கார்போஹைடிரேட்

(CARBOHYDRATES)

க. காலசாமி

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

த. பா. நி. (க.வெ.) வரிசை எண்—456

கார்போஹைட்ரேட்

ஆசிரியர்

க. காலசாமி, எம்.ஏ., எம்.எஸ்ஸி.,
வேதியியல் பேராசிரியர்,
விருதுநகர் இந்துநாடார்கள்
செந்திக்குமார நாடார் கல்லூரி,
விருதுநகர்.

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition—June, 1973

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 456

© Tamil Nadu Text Book Society

CARBOHYDRATES

K. KALASAMY

Price Rs. 3-50

'Published by the Tamil Nadu Text Book Society under the Centrally Sponsored Scheme of Production of books and literature in regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.

Printed by
GANESA PRINTING WORKS,
55, Muthumari Chetty Street, Madras-1.

அணிந்துரை

திரு. இரா. நெடுஞ்செழியன்
(தமிழகக் கல்வி-உள்ளாட்சித்துறை அமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கிப் பதின்மூன்றுண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பி.ஏ. வகுப்பு மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழிலேயே கற்று வந்தனர். 1968ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் புகுமுக வகுப்பிலும் (P.U.C.), 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து பட்டப் படிப்பு வகுப்புகளிலும் அறிவியல் பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம் என முன்வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளிலும் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித் தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக இத் திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மனநிறைவும் தரத்தக்க வகையில் நடைபெற்று வருகிறது. இவ்வகையில், கல்லூரிப் பேராசிரியர்கள் கலை, அறிவியல் பாடங்களை மாணவர்க்குத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான பயிற்சியைப் பெறுவதற்கு மதுரைப் பல்கலைக்கழகம் ஆண்டுதோறும் எடுத்து வரும் பெருமுயற்சியைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்லவேண்டும்.

பல துறைகளில் பணிபுரியும் பேராசிரியர்கள் எத்தனையோ நெருக்கடிகளுக்கிடையே குறுகிய காலத்தில் அரிய முறையில் நூல்கள் எழுதித் தந்துள்ளனர்.

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், தத்துவம், புவியியல், புவியமைப்பியல், மனையியல், கணிதம், இயற்பியல், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல், விலங்கியல், தாவரவியல், பொறியியல் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் தனி நூல்கள், மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இரு வகையிலும் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் வெளியிட்டு வருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றான **'கார்போஹைடிரேட்'** என்ற இந் நூல் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் **456**ஆவது வெளியீடாகும். கல்லூரித் தமிழ்க் குழுவின் சார்பில் வெளியான **35** நூல்களையும் சேர்த்து இதுவரை **491** நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன. இந் நூல் மைய அரசு கல்வி, சமூக நல அமைச்சகத்தின் மாநில மொழியில் பல்கலைக்கழக நூல்கள் வெளியிடும் திட்டத்தின் கீழ் வெளியிடப்படுகிறது.

உழைப்பின் வாரா உறுதிகள் இல்லை; ஆதலின், உழைத்து வெற்றி காண்போம். தமிழைப் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெறவேண்டும். அதுவே தமிழன்னையின் குறிக்கோளுமாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களின் பல்வகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம்கலந்த நன்றி உரியதாகுக.

இரா. நெடுஞ்செழியன்

பொருளடக்கம்

			பக்கம்
1.	கார்போஹைடிரேட்டுகள்	...	1
2.	ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளின் பொதுவான பண்புகள்		9
3.	குளுக்கோஸ்	...	24
4.	D-(+)-குளுக்கோஸின் அமைப்பு	...	33
5.	D-(—)-ஃபிரக்டோஸ்	...	53
6.	இரட்டைச் சாக்கரைடுகள்	...	64
7.	பல் சாக்கரைடுகள்	...	85
8.	தாவரக் கிளைக்கோஸைடுகள்	...	102
	மேற்கோள் நூற்பட்டியல்	...	116
	கலைச்சொற்கள்	...	117

1. கார்போஹைடிரேட்டுகள்

சிறுவர் முதல் பெரியவர் வரை யாவரும் இனிப்புப் பண்டத்தை விரும்புகிறோம். இனிப்புப் பண்டங்கள் தயார் செய்யப் பயன்படும் குளுக்கோஸ் (Glucose), கரும்புச் சர்க்கரை (Sucrose) முதலியவை கார்போஹைடிரேட்டுகளாகும்.

கார்போஹைடிரேட்டுகளில் கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன் ஆகிய தனிமங்கள் உள்ளன. நீரில் ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன் ஆகிய இவற்றின் அணுக்கள் எந்த விகிதத்தில் (1: 2) சேர்ந்துள்ளனவோ, அதே விகிதத்தில் அவை கார்போஹைட்ரேட்டுகளில் சேர்ந்திருக்கின்றன. ஆகவே, அவை கார்பனுடன் நீர் இணைந்த சேர்மப் பொருள்கள் (Hydrates of carbon) எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. சில சேர்மங்களில் ஹைட்ரஜனும் ஆக்ஸிஜனும் 1: 2 என்ற விகிதத்தில் சேர்ந்திருந்த போதிலும், அவை கார்போஹைடிரேட்டுகள் எனக் கருதப்படுவதில்லை. ஏனெனில், அவை கார்போஹைட்டிரேட்டுகளின் பண்புகளோடு ஒத்திருப்பதில்லை.

(உ-ம்) பார்மாலிடிஹைடு CH_2O
அசெட்டிக் அமிலம் $C_2H_4O_2$

கார்போஹைடிட்ரேட்டுகளின் பொது வாய்பாடு $C_x(H_2O)_y$. ஆனால் சில சேர்மங்கள் கார்போஹைடிரேட்டுகளின் பண்புகளைப் பெற்றிருந்த போதிலும், அவை கார்போஹைடிரேட்டுகளின் பொது வாய்பாட்டினைப் பெற்றிருக்கவில்லை.

(உ-ம்) ராம்னோஸ் (Rahmnose) $C_6H_{12}O_5$
ராம்னோஹெக்ஸோஸ் (Rhamnohexose) $C_7H_{14}O_6$

ஆகவே, இன்றைய கருத்துகளின்படி, கார்போஹைடிரேட்டுகள் பல ஹைட்ராக்ஸில் தொகுதிகளைக் கொண்ட

ஆல்டிஹைடுகளாகவோ, கீட்டோன்களாகவோ, நீராற் பகுக்கப் படும்பொழுது இத்தகையச் சேர்மங்களைக் கொடுக்கக் கூடிய சேர்மங்களாகவோ இருக்க வேண்டும்.

கார்போஹைடிரேட்டுகள் இயற்கையாகச் செடியிலும், விலங்குகளிலும் இருக்கின்றன. பசுமையான செடிகளில் சூரிய ஒளிச் சேர்க்கை (Photo synthesis) மூலம் கார்போஹைடிரேட்டுகள் உண்டாகின்றன.

$$xCO_2 + xH_2O \longrightarrow (CH_2O)x + xO_2$$

கார்போஹைடிரேட்டுகள் செடி, விலங்குகள் வளர்வதற்குத் தேவையான சக்தியைக் கொடுக்கின்றன. ஆகவே, இவை உயிரியல் இரசாயனத்தில் (Biochemistry) முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன. ஸெல்லுலோஸ் (Cellulose) என்ற கார்போஹைடிரேட்டு ரேயான், பேப்பர், படச்சுருள், பிளாஸ்டிக், வெடிகள் போன்ற முக்கியமான பொருள்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுக்கின்றது. ஆகவே, கார்போஹைடிரேட்டுகள் தொழிற்சாலைகளிலும் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன. தற்காலத்தில், அமைப்பு வேதியியல் (Stereochemistry), வடிவ வச அமைப்புப் பகுப்பாய்வு (Conformational analysis) முதலியவற்றிலும் கார்போஹைடிரேட்டுகள் முக்கிய இடம் பெறுகின்றன.

கார்போஹைடிரேட்டுகளின் வகைகள் (Classifications)

கார்போஹைடிரேட்டுகள் அவற்றின் பண்புகளைப் பொறுத்து இரு வகையாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

(1) சர்க்கரைகள் (Sugars)

(உ-ம்) குளுக்கோஸ் (Glucose), ஃபிரக்டோஸ் (Fructose)

(2) சர்க்கரையற்ற பொருள்கள் (Non-sugars) அல்லது பல்சாக்கரைடுகள் (Polysaccharides)

(உ-ம்) ஸ்டார்ச்சு (Starch), ஸெல்லுலோஸ் (Cellulose)

சர்க்கரைகள் (1) ஒற்றைச் சாக்கரைடுகள், (2) இரட்டைச் சாக்கரைடுகள், (3) முச்சாக்கரைடுகள் (Trisaccharides) எனப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. பொதுவாகச் சர்க்கரைகள் இனிப்

புள்ளவை; நீரில் கரையக் கூடியவை; படிக உருவமுள்ளவை; குறிப்பிட்ட மூலக்கூறு எடைகள் உள்ளவை.

ஒற்றைச் சாக்கரைடுகள் (Monosaccharides)

நீராற் பகுப்பின் மூலம் இன்னும் சிறிய மூலக்கூறுகளைப் பெற முடியாத கார்போஹைட்டிரேட்டுகள், ஒற்றைச் சாக்கரைடுகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இவற்றை நீராற் பகுக்க இயலாது. சில ஒற்றைச் சாக்கரைடுகள் பல ஹைடிராக்ஸைடுத் தொகுதிகளைக் கொண்ட ஆல்டிஹைடுகளாகவும், சில ஒற்றைச் சாக்கரைடுகள் பல ஹைடிராக்ஸைடுத் தொகுதிகளைக் கொண்ட கீட்டோன்களாகவும் இருக்கின்றன. முன்னல் குறிப்பிட்டவற்றை ஆல்டோஸ் (Aldose) எனவும், பின்னல் குறிப்பிட்டவற்றைக் கீட்டோஸ் (Ketose) எனவும் கூறுகிறோம். மூன்று கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட கார்போஹைடிரேட்டுகள் ட்ரையோஸ் (Triose) எனக் கூறப்படுகின்றன. ஆல்டிஹைடுத் தொகுதிகளைக் கொண்டிருந்தால், ஆல்டோ ட்ரையோஸ்(Aldotriose)என அழைக்கப்படுகிறது. குளுக்கோஸ் ஓர் ஆல்டோ ஹெக்ஸோஸ் சேர்மமாகும். இதில் ஆறு கார்பன் அணுக்களும், ஆல்டிஹைடுத் தொகுதியும் இருக்கின்றன. கீட்டோ ஹெக்ஸோசுக்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு ஃபிரக்டோஸாகும்.

முச்சாக்கரைடுகள் அலியோச்சாக்கரைடுகள் (Oliyosaccharides) என அழைக்கப்படுகின்றன.

இரட்டைச் சாக்கரைடுகள்

நீரால் பகுக்கப்படும்பொழுது, இரு மூலக்கூறு ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளைக் கொடுக்கின்றன.

(உ-ம்) சுக்ரோஸ் ($C_{12}H_{22}O_{11}$), மால்ட்டோஸ்,

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

சுக்ரோஸ் → குளுக்கோஸ் ஃபிரக்டோஸ்

முச்சாக்கரைடுகள்

நீரோடு வினைபுரியும் பொழுது, ஒரு மூலக்கூறு முச்சாக்கரைடு மூன்று மூலக்கூறு ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளைக் கொடுக்கிறது.

(உ-ம்) ராபினோஸ் (Raffinose) $C_{18}H_{32}O_{16}$

$$C_{18}H_{32}O_{16} + 2H_2O \longrightarrow 3C_6H_{12}O_6$$

குளுக்கோஸ்

பல் சாக்கரைடுகள்

நீரால் பகுக்கப்படும்பொழுது, அதிக அளவு ஒற்றைச் சாக்கரைடு மூலக்கூறுகளைக் கொடுக்கின்றன.

(உ-ம்) ஸ்டார்ச்சு, செல்லுலோஸ் (Cellulose).
இவற்றின் பொதுவாய்பாடு $(C_6H_{10}O_5)n$.

$$(C_6H_{10}O_5)n + nH_2O \longrightarrow nC_6H_{12}O_6$$

பல்சாக்ரைடுகள் இனிப்பற்ற கார்போஹைடிரேட்டுகள்; நீரில் கரையாதவை; படிக உருவமற்றவை; மூலக்கூறு எடை மாறக் கூடியன.

கார்போஹைடிரேட்டுகள்

சர்க்கரைகள்			சர்க்கரையற்ற பொருட்கள் அல்லது பல் சாக்கரைடுகள் (உ-ம்) ஸ்டார்ச்சு, செல்லுலோஸ்
ஒற்றைச் சாக்கரைடுகள்		அலியோச் சாக்கரைடுகள்	
ஆல்டோஸ்	கீட்டோஸ்	இரட்டைச்சாக்கரைடுகள்	முச் சாக்கரைடுகள்
(உ-ம்) குளுக்கோஸ்	(உ-ம்) ஃபிரக்டோஸ் சார்போஸ் (Sorbose)	(உ-ம்) சுக்ரோஸ்	(உ-ம்) ராபிநோஸ்

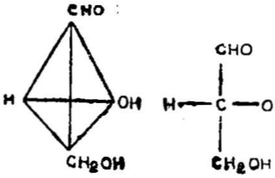
ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளின் புற அமைப்பு (Configuration of Monosaccharides)

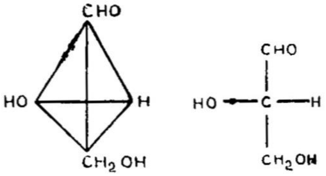
குறைந்த அளவு கார்பன் அணுக்களைக் கொண்டதாகும். 9 கார்பன்அணுக்களைக்கொண்ட ஒற்றைச் சாக்ரைடுகள் உள்ளன. கிளைக்கால்டிஹைடு(Glycolaldehyde) ஒரு ஹைடிராக்ஸைடு, ஒரு ஆல்டிஹைடுத் தொகுதியைத் தன்னகத்தே கொண்டிருந்தும், கார்போஹைடிரேட்டாகக் கருதப்படுவதில்லை. ஏனெனில், இஃது ஒருதளப்படுத்தப்பட்ட ஒளி அலைகளை (Rays of plane polarised light) வலப்புறமாகவோ இடப்புறமாகவோ ஒளி சுழற்றும் தன்மை கொண்டதன்று (Not optically active). ஏனெனில் இதன் மூலக்கூறு சமச் சீர்மையிலடங்காக் கார்பன் அணுவைக் (Asymmetric carbon) கொண்டதன்று.

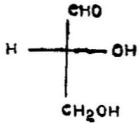
கிளிசெரால்டிஹைடு (Glyceraldehyde)

இஃது ஒரு ட்ரையோஸ் (Triose). இதன் மூலகத்திலுள்ள அணுவின் புற அமைப்பைப் (Configuration) பிஷர் பிதுக்கம் வாய்பாட்டினால் (Fischer projection formula) தெரிந்துகொள்ளலாம்.

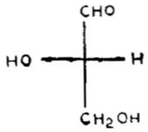
செங்குத்துக் கோட்டின் இறுதியில் உள்ள தொகுதிகள் அல்லது அணுக்கள் காகிதத் தளத்திற்கு அடியிலும், படுக்கைக் கோட்டின் இறுதியில் உள்ள தொகுதிகள் அல்லது அணுக்கள் காகிதத் தளத்திற்கு மேலும் அமைகின்றன. இவ்விரு கோடுகளும் சந்திக்கும் புள்ளியில் சமச் சீர்மையிலடங்காக் கார்பன் அணு அமைகிறது.







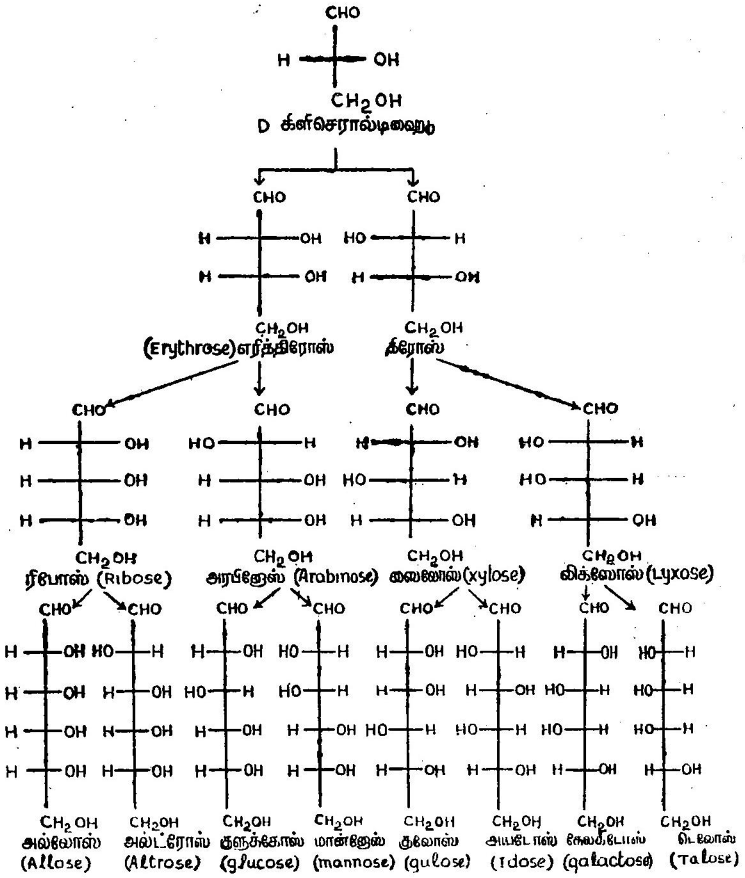
D-கிளிசெரால்டிஹைடு

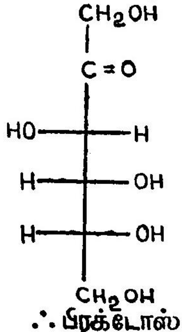


L-கிளிசெரால்டிஹைடு

ஆகவே, இதன் இட அமைப்பு வேதியியலை(Stereochemistry) முழுமையாகத் தெரிந்துகொள்கிறோம். கடைசி இரு கார்பன் அணுக்கள் மற்ற அணுக்களோடு சேர்ந்துள்ள அமைப்புகளைக் கொண்டு D-கார்போஹைடிரேட்டு, L-கார்போஹைடிரேட்டு எனக் கூறுகிறோம். கடைசிக் கார்பன் அணுவிற்கு அடுத்த கார்பன் அணுவில் (அஃதாவது 2ஆவது கார்பன் அணுவில்) ஹைடிராக்ஸில் தொகுதி வலப் பக்கம் இருந்தால், D என அழைக்கப்படுகிறது; ஹைடிராக்ஸில் தொகுதி இடப் பக்கம் இருந்தால் L எனக் கூறப்படுகிறது. ஆகவே, D அல்லது L என்பது உருவ அமைப்பைக் குறிப்பதாகும். ஒளி அலைகளைத் திருகும் தன்மையைக் குறிப்பதன்று. ஆகவே, கார்போஹைடிரேட்டு இரசாயனத்தில், கிளிசெரால்டிஹைடின் உருவ அமைப்பு, மற்றக் கார்போஹைடிரேட்டுகளுக்கு அடிப்படையாக அமைகிறது.

D-தொடர்ச்சி(series)





∴ பிரக்டோஸ்
(Fructose)

இந்த வாய்ப்பாடுகளில்
கார்பன் அணுக்களைக்காட்டவில்லை

இதே முறையில் L-தொடர்ச்சிச் சேர்மங்களையும் எழுதலாம்.

இரட்டை ஹைடிராக்ஸி அசெட்டோன் (Dihydroxyacetone) ஒரு கீட்டோ ட்ரையோஸ்.

$$\begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ C{=}O \\ | \\ CH_2OH \end{array}$$

டெட்ரோஸ்

ஆல்டோ டெட்ரோஸ் இரண்டு சமச் சீர்மையிலடங்காக் கார்பன் அணுக்களைக் கொண்டது. ஆகவே, 2n என்ற கணக்குப்படி, நான்கு விதமான ஐசோமர்கள் உள்ளன. (n = ஒரு மூலகத்திலுள்ள சமச் சீர்மையிலடங்காக் கார்பன் அணுவின் எண்ணிக்கை).

D-எரித்திரோஸ்	D-திரோஸ்
L-எரித்திரோஸ்	L-திரோஸ்

கீட்டோ டெட்ரோஸ் மூலகத்தின் அமைப்பு

$$CH_2OH.CHOH.CO.CH_2OH$$

இதில் D-எரித்திரலோஸ் (Erythrulose), L-எரித்திரலோஸ் என இரண்டு ஐசோமர்கள் உள்ளன.

பென்ட்டோஸ் (Pentose) $C_5H_{10}O_5$

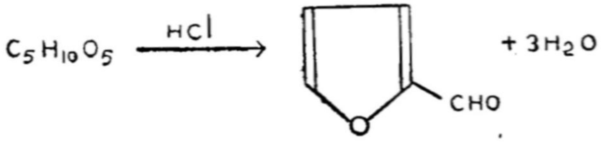
ஆல்டோ பென்ட்டோஸ் மூன்று சமச் சீர்மையிலடங்காக் கார்பன் அணுக்களைக் கொண்டுள்ளது. ஆகவே, ஒளி சுழற்றும் தன்மையுள்ள எட்டு ஐசோமர்கள் உள்ளன.

அவை, D-அரபினேஸ் ;	D-சைலோஸ் ;	D-ரிபோஸ்
L-அரபினேஸ் ;	L-சைலோஸ் ;	L-ரிபோஸ்
D-லிக்சோஸ் (Lyxose)	L-லிக்சோஸ்	

L-(+)-அரபினேஸ்

இதன் உருகுநிலை 158°C. இது கோந்தில் (Gum arabic) உள்ளது. D-(+)-சைலோஸ் மரக்கோந்திலும், D-(—)-ரிபோஸ் செடியிலுள்ள நியூக்ளிக் அமிலத்திலும் (Nucleic acid) உள்ளன. மற்ற ஆல்டோ பென்ட்டோஸ்கள் தொகுப்பு முறையில் தயாரிக்கக் கூடியவை. இதன் குணங்கள் ஆல்டோ ஹெக்ஸோஸின்

குணங்களை ஒத்திருக்கின்றன. இதில் நொதித்தல் (**Fermentation**) நடைபெறுது. நீர்த்த அமிலத்துடன் சூடேற்றும் பொழுது இது பர்பியூராலாக (Furfural) மாறுகிறது.



ஆல்டோ ஹெக்ஸோஸ் $C_6H_{12}O_6$.

இதில் நான்கு சமச் சீர்மையிலடங்காக் கார்பன் அணுக்கள் உள்ளன. ஆகவே, *16* ஐசோமர்கள் உள்ளன. இவற்றில் நான்கு ஐசோமர்கள் இயற்கையாகக் கிடைக்கக் கூடியவை.

(*1*) D-(+)-குளுக்கோஸ்; (*2*) D-(+)-மான்னோஸ்;
(*3*) D-(+)-காலக்டோஸ்; (*4*) D-(+)-டெலோஸ்.

ஆல்டோ ஹெக்ஸோஸில் D-(+)-குளுக்கோஸ் முக்கியமான சேர்மமாகும். D-(+)-ஃபிரக்டோஸ் கீட்டோ ஹெக்ஸோஸில் முக்கியக் கூட்டுப் பொருளாகும். இவற்றின் வேதியியலைப் பற்றிப் பின்னால் ஆராய்வோம்.

வினாக்கள்

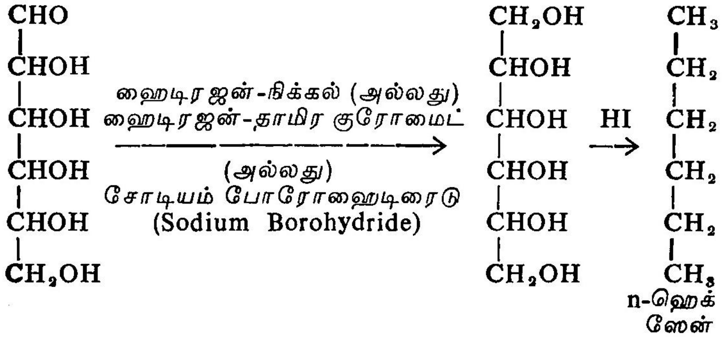
(*1*) கார்போஹைடிரேட்டுகளை வகைப்படுத்துக.

(*2*) ஆல்டோ ஹெக்ஸோஸின் (Aldohexose) *16* வகை அமைப்பு வாய்பாடுகளை (Structural formula) வரைக.

2. ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளின் பொதுவான பண்புகள்

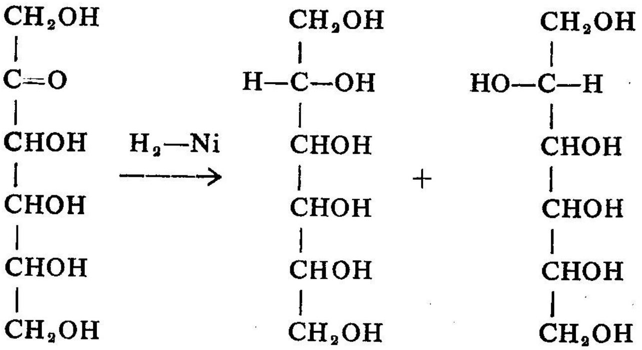
ஒடுக்கம் அல்லது இறக்கம் (Reduction)

ஆல்டோஸ் சோடியம் ரசக் கலவை கொண்டு ஒடுக்கப்படும் பொழுது (இறக்கம் அடையும்பொழுது) முற்றுப் பெற்ற (Saturated) ஆல்கஹாலைக் கொடுக்கிறது. அதிக அழுத்தத்தில் ஹைடிரஜன்-நிக்கல் கலவை அல்லது ஹைடிரஜன்-தாமிரக்குரோமைட் (Copper chromite) கலவை சிறந்த முறையில் ஆல்டோஸை ஒடுக்குகிறது. (உ-ம்) குளுக்கோஸ் ஒடுக்கப்படும்பொழுது சார்பிட்டால் (Sorbitol) கிடைக்கிறது. இது மேலும் ஹைடிரஜன் அயோடைடு கொண்டு ஒடுக்கப்படும்பொழுது, நார்மல் ஹெக்ஸேனைக் (n-hexane) கொடுக்கிறது.



கீட்டோஸ் (Ketose) ஒடுக்கப்படும்பொழுது இரண்டு எப்பிமர்களைத் தருகிறது. (உ-ம்) பிரக்டோஸ் ஒடுக்கப்படும்பொழுது சார்பிட்டால், மான்னிட்டால் (Mannital) ஆகிய இரண்டு எப்பிமர்களைக் கொடுக்கிறது. ஒரு சமச் சீர்மையிலடங்காக் கார்பன்

அணுவின் உருவ அமைப்பு (Configuration) வேறுகொள்வதினுல், இரண்டு ஒளி சுழற்றும் தன்மையுள்ள ஐசோமர்கள் உண்டாகின்றன. இவை எப்பிமர்கள் என அழைக்கப்படுக்கின்றன.

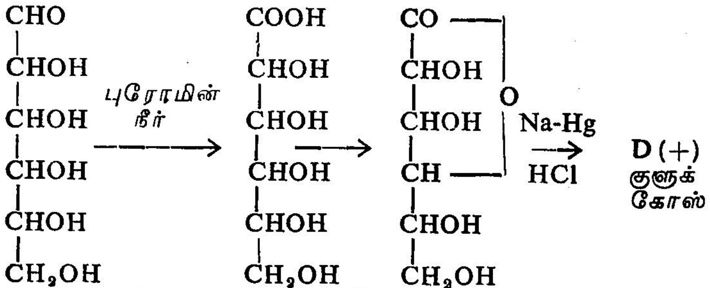


சார்பிட்டால் (Sorbitol) மான்னிட்டால் (Mannitol)

ஆக்ஸிஜனேற்றம் அல்லது ஏற்றம்

(1) **புரோமின் நீர்:** புரோமின் நீர் ஆல்டோசை ஆல்டோனிக் அமிலமாக (Aldonic acid) ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்கிறது. நீர் கலந்த ஆல்டோனிக் அமிலத்தை ஆவியாக்கும் பொழுது லேக்டோன் (Lactone) என்ற நிலையான (**Stable**) பொருள் கிடைக்கிறது. சோடியம் ரசக் கலவை, சிறிது அமிலம் ஆகியவை கொண்டு லேக்டோன் ஒடுக்கப்படும்பொழுது எடுத்துக்கொண்ட ஆல்டோஸ் கிடைக்கிறது.

உதாரணம்:



D-(+)-குளுக்கோஸ் குளுக்கானிக் அமிலம்

கீட்டோஸ் புரோமின் நீரால் ஆக்ஸிஜனேற்றம் ஆவதில்லை.

(2) **நைட்ரிக் அமிலம் :** கார்பன் அணு இழப்பு இல்லாமல், ஆல்டோஸ் இரு கார்பாக்ஸில் தொகுதி (Corboxyl group) உடைய அமிலத்தைக் கொடுக்கிறது.

(உ-ம்) குளுக்கோஸ் சாக்கரிக் அமிலத்தைக் கொடுக்கிறது.

$$\begin{array}{c} CHO \\ | \\ CHOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow{\text{நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலம்}} \begin{array}{c} COOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ COOH \end{array}$$

சாக்கரிக் அமிலம்
(Saccharic acid)

சுருக்கு வினை (Condensation reaction)

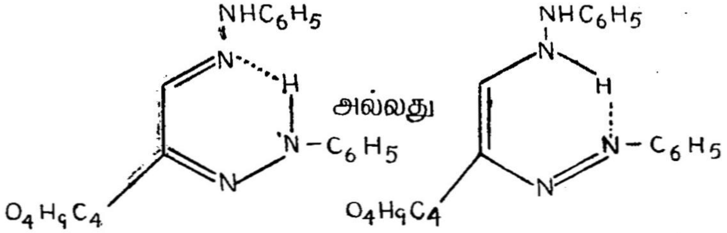
ஆல்டோஸ், கீட்டோஸ் ஆகிய இரண்டும் ஃபினைல் ஹைட்ர சீனோடு சேர்ந்து, ஓசசோனைக் (Osazone) கொடுக்கிறது. முதல் இரு கார்பன் அணுக்கள் வினையில் பங்கெடுத்துக் கொள்கின்றன.

$$\begin{array}{c} CHO \\ | \\ CHOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow{3C_6H_5NHNH_2} \begin{array}{l} CH{=}N.NHC_6H_5 \\ | \\ C{=}N.NHC_6H_5 \\ | \\ CHOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{array}$$

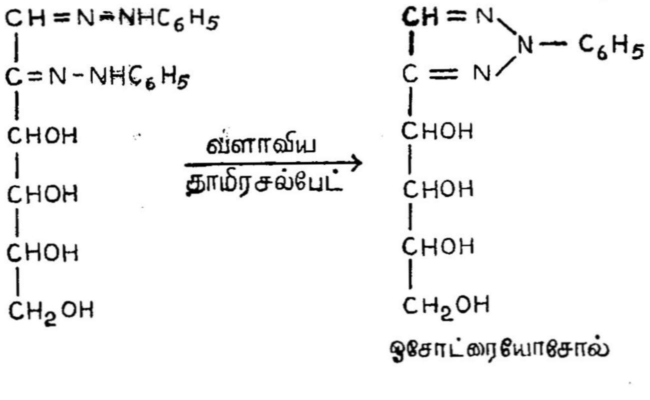
ஓசசோன்

இவ்வினை நடைபெறும் வழிமுறைகள் பற்றிப் பல கருத்துக் கள் உள்ளன. ஏன் இரு கார்பன் அணுக்கள் மட்டும் பங்கெடுத்துக்

கொள்கின்றன என்பதனை எந்த வழி முறையும் விவரிக்க வில்லை. ஓசசோன் அதன் கொடுக்கிணைப்பு வளைய (Chelate ring) அமைப்பினால் நிலையாக்கப்படுகிறது என்ற கருத்து இன்று நிலவுகிறது.

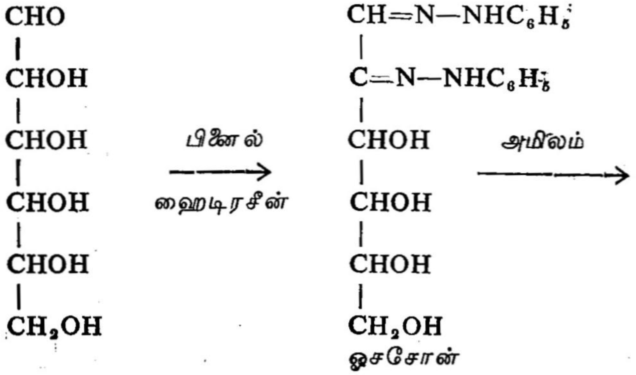


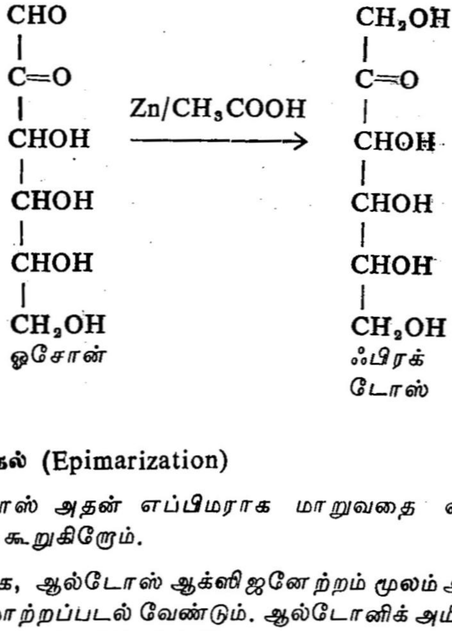
கார்போஹைடிரேட்டு வேதியியல் ஆரம்பக் காலத்தில், கார்போஹைடிரேட்டுச் சேர்மங்களைத் தெரிந்து கொள்வதிலும், அவற்றின் உருவ அமைப்பை அறிந்து கொள்வதிலும் ஓசசோன் முக்கியப் பங்கு பெற்றிருந்தது. ஆனால் அது நிலையான பொருள் இல்லை என்பதினால், கார்போஹைடிரேட்டின் உருவ அமைப்பை அறிந்து கொள்வதில் இன்று அதிகமாகப் பயன்படுவதில்லை. ஆனால், ஓசசோன் வளாவிய தாமிரச் சல்பேட்டோடு (dil.$CuSO_4$) சூடேற்றினால், ஓசோட்ரையோசோல் (Osotriazole) எனும் பெறுதியைக் கொடுக்கிறது. இது கார்போஹைடிரேட்டின் அமைப்பை அறிந்துகொள்வதில் பயன்படுகிறது.



ஓசசோன் ஆல்டோஸைக் கீட்டோஸாக மாற்றுவதற்குப் பயன்படுகிறது. ஓசசோனை அமிலங் கொண்டு நீராற் பகுக்கும்

பொழுது ஓசோன் என்ற பொருள் கிடைக்கிறது. துத்தநாகம், அசெட்டிக் அமிலங் கொண்டு ஓசோனை ஒடுக்கினால் கீட்டோஸ் உண்டாகிறது.



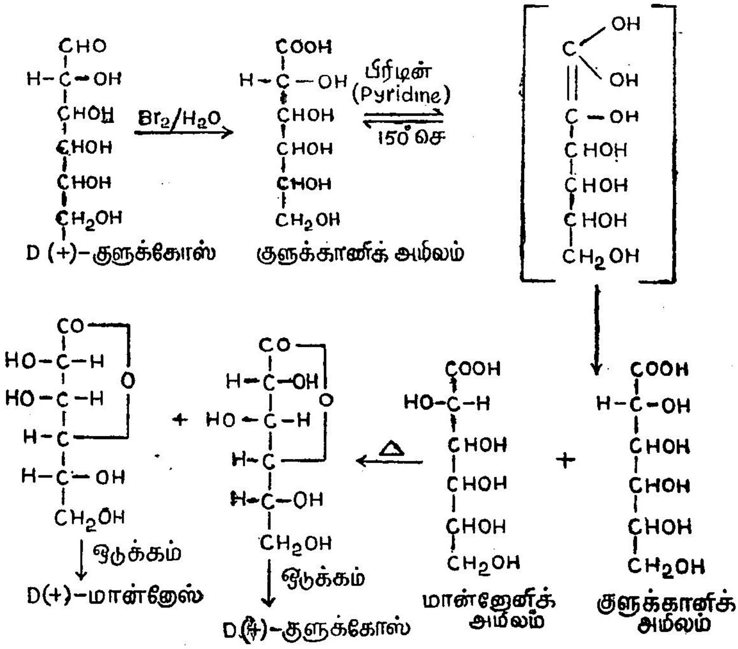


எப்பிமர் ஆக்குதல் (Epimarization)

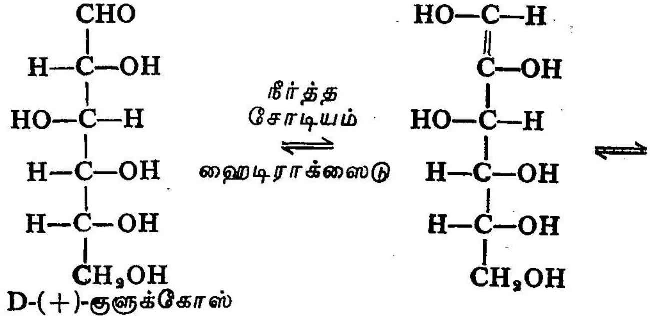
ஓர் ஆல்டோஸ் அதன் எப்பிமராக மாறுவதை எப்பிமர் ஆக்குதல் என்று கூறுகிறோம்.

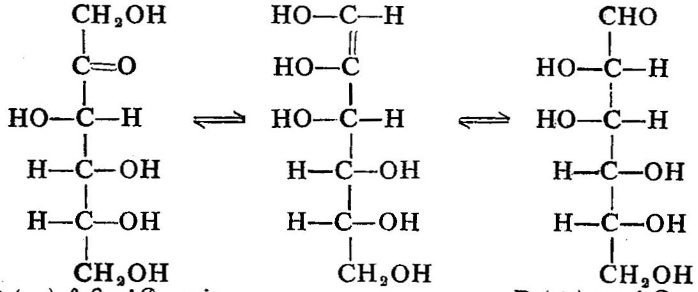
முதலாவதாக, ஆல்டோஸ் ஆக்ஸிஜனேற்றம் மூலம் ஆல்டோனிக் அமிலமாக மாற்றப்படல் வேண்டும். ஆல்டோனிக் அமிலத்தை நீர் கலந்த பிரிடினோடு(Pyridine) 150°C சூடேற்றினால், சம அளவில் ஆல்டோனிக் அமிலமும், அதன் எப்பிமரும் கிடைக்கின்றன. இந்த அமிலங்கள் பிரிக்கப்பட்டு, லேக்டோன்களாக (Lactones) மாற்றப்படுகின்றன.

அவை ஒடுக்கப்படும்பொழுது, இரண்டு ஆல்டோஸ்களைப் பெறுகிறோம்.



வளாவிய (diluted) சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடுக் கரைசல் ஆல்டோஸுடன் வினை புரியும்பொழுது கீட்டோஸ், அதன் எப்பிமர் ஆகிய பொருள்கள் கிடைக்கின்றன. இங்கு அமைப்பு மாற்றம் (Rearrangement) ஏற்படுகிறது. அதை லாபிரி டி பிரின் வேன் எகின்ஸ்டின் (Lobry de Bruyn van Ekenstein) அமைப்பு மாற்றம் எனக் கூறுகிறோம்.





D-(—)-ஃப்ரக்டோஸ் D-(+)-மான்னோஸ்

சுழற்சி மாற்றம் (Mutorotation)

ஒற்றைச் சாக்கரைடு தண்ணீரில் கரையும்பொழுது, கரைசலின் அலகு ஒளிச் சுழற்சி (Specific optical rotation) மெதுவாக மாறுதல் அடைந்து, கடைசியில் ஒரு நிலையான அலகு ஒளிச் சுழற்சியை அடைகிறது. இதைச் சுழற்சி மாற்றம் என்கிறோம்.

புதிதாகத் தயாரித்த குளுக்கோஸ் நீர்க் கரைசலின் அலகு ஒளிச் சுழற்சி $+113°$-ஆக இருக்கின்றது. பிறகு படிப்படியாகக் குறைந்து $+52{\cdot}5°$-ல் நிலையாக நின்றுவிடுகிறது. இவ்வாறு ஒற்றைச் சாக்கரைடுக் கரைசலின் ஒளிச் சுழற்சி, நேரம் ஆக ஆக மாறுபடுவதைச் சுழற்சி மாற்றம் என்கிறோம். ஒடுக்கும் சர்க்கரைகள் (Reducing sugars) எல்லாம் சுழற்சி மாற்றம் கொள்கின்றன. கார்போஹைடிரேட்டின் அமைப்புகளை அறிவதில், சுழற்சி மாற்றம் முக்கியப் பங்கு பெறுகிறது.

ஆல்டோஸ் வரிசையின் ஏற்றம் (Ascent of the Aldose series)

குறைந்த கார்பன் அணு எண்ணிக்கையுள்ள ஆல்டோஸை அதிகக் கார்பன் அணு எண்ணிக்கையுள்ள ஆல்டோஸாக மாற்றுவதை ஆல்டோஸ் வரிசையின் ஏற்றம் என்கிறோம்.

அதிகக் கார்பன் அணு எண்ணிக்கையுள்ள ஆல்டோஸைக் குறைந்த கார்பன் அணு எண்ணிக்கையுள்ள ஆல்டோஸாக மாற்றுவதை ஆல்டோஸ் வரிசையின் இறக்கம் (Descent of the Aldose series) என்கிறோம்.

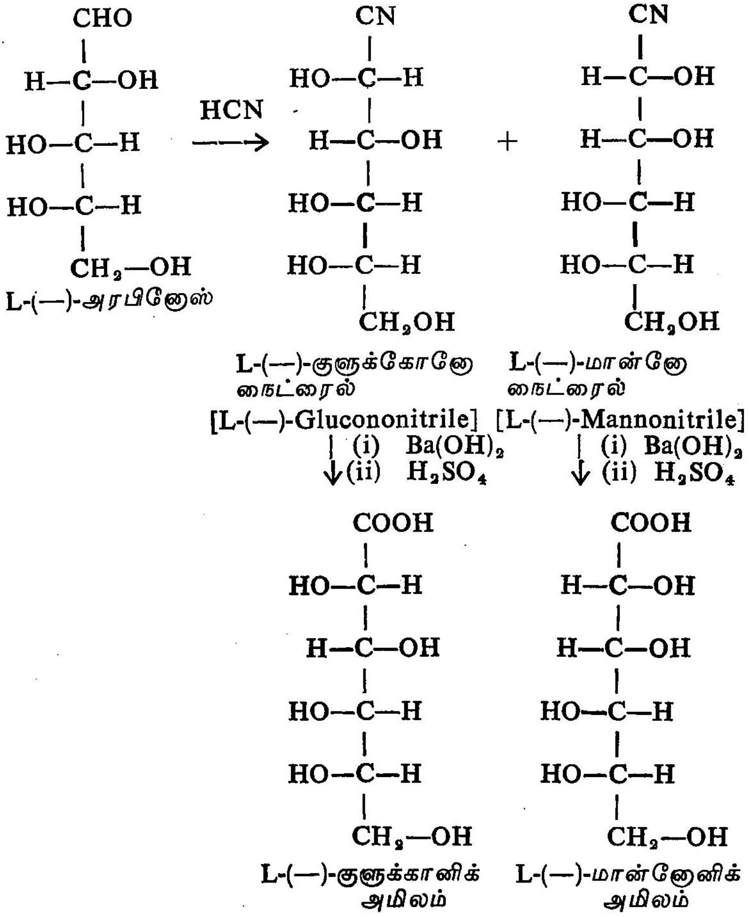
அரபினோஸ் குளுக்கோஸாக மாற்றப்படுவதை ஆல்டோஸ் வரிசையின் ஏற்றத்திற்கு உதாரணமாகக் கூறலாம். இதற்கு இரு முறைகள் பயன்படுகின்றன.

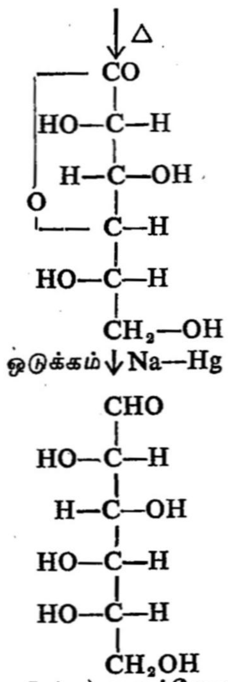
(1) கிளியானி முறை (Kiliani method)

(2) சௌடன் முறை (Sowden method)

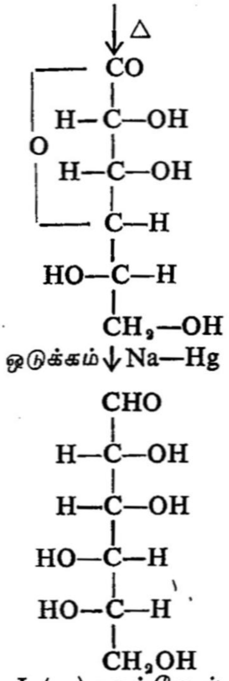
கிளியானி முறை

ஆல்டோஸ் ஹைடிரஜன் சையனைடுடன் (Hydrogen cyanide) வினைபுரிந்து சையனோஹைடிரின் (Cyanohydrin) என்ற கூட்டுச் சேர்மத்தைக் கொடுக்கிறது. இதை நீராற் பகுத்தால், இரண்டு ஆல்டோனிக் அமிலங்கள் (எப்பிமர்கள்) கிடைக்கின்றன. சமச் சீர்மையில் அடங்காக் கார்பன் அணுவின் எண்ணிக்கை ஒன்று கூடுகிறது. இரண்டு அமிலங்களும் பிரிக்கப்பட்டு, சூடேற்றுவதினால் லேக்டோன்களாக மாறுகின்றன. அவை சோடியம் பாதரஸக் கலவைகொண்டு ஒடுக்கப்படும்பொழுது அதிகக் கார்பன் அணு எண்ணிக்கை கொண்ட ஆல்டோஸ் கிடைக்கின்றது.





L-(—)-குளுக்கோஸ்

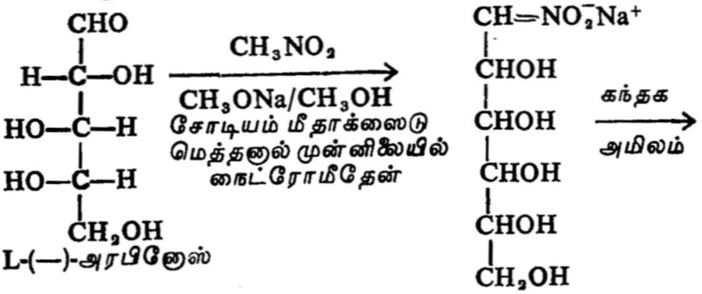


L-(—)-மான்னோஸ்

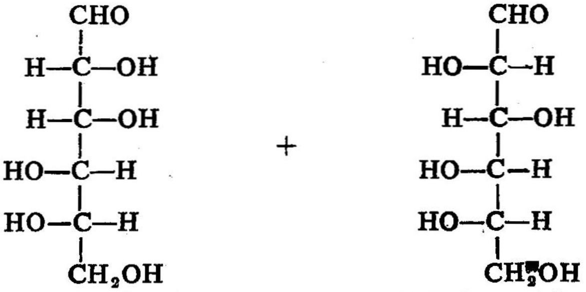
சௌடன் முறை

சௌடன் முறையில் சோடியம் மீதாக்ஸைடு-மெத்தனல் முன்னிலையில் (L)-அரபினோஸ், நைட்ரோமீதேனுடன் வினை புரிந்து, (L)-குளுக்கோஸ், L-(—)-மான்னோஸ் ஆகிய எப்பிமர்களைக் கொடுக்கிறது.

கீழே குறிப்பிட்டுள்ளபடி, ஆல்டோஸ் வரிசையின் ஏற்றம் நடைபெறுகிறது.



L-(—)-அரபினோஸ்



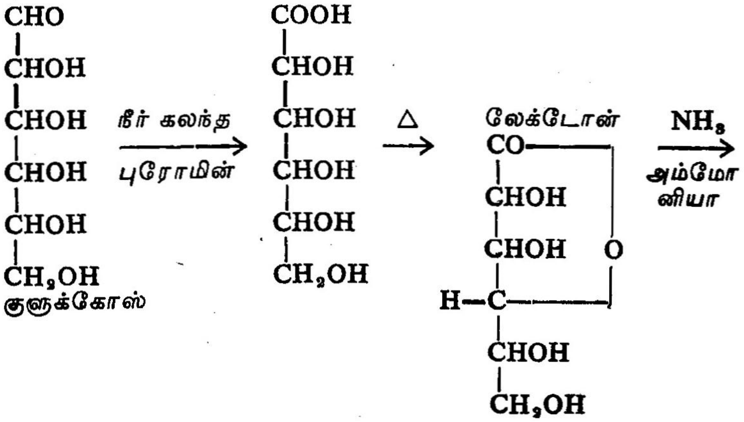
L-மான்னோஸ் (Mannose) L-(—)-குளுக்கோஸ் (Glucose)

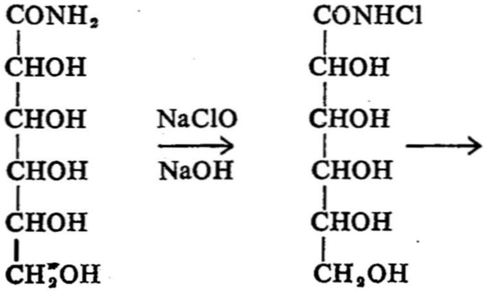
ஆல்டோஸ் வரிசையின் இறக்கம்

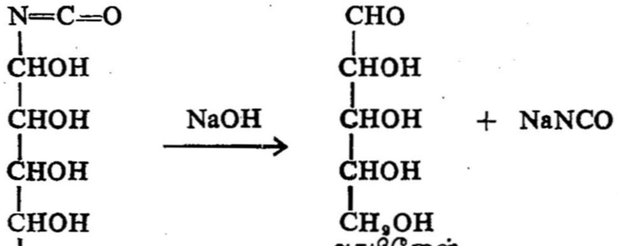
(1) வீர்மான் முறை (Weerman method)
(2) வோல் முறை (Whol method)
(3) ரஃப் முறை (Ruff method)
(4) மேக்டோனல்டு-பிஷர் முறை (Macdonald-Fischer method)

(1) வீர்மான் முறை

ஆல்டோஸ் அமிலமாக மாற்றப்பட்டு, அமிலம் அமைடாக (Amide) மாற்றப்படுகிறது. காரம் கலந்த சோடியம் ஹைப்போ குளோரைட்டு (Alkaline Solution of Sodium Hypocholorite) அமைடுடன் சேரும்பொழுது ஐசோசைனேட்டு (Isocyanate) கிடைக்கிறது. இது ஹைடிரஜன் ஐசோசைனேட்டை (HNCO) இழந்து, குறைந்த கார்பன் எண்ணிக்கை உள்ள கார்போஹைடிரேட்டைக் கொடுக்கிறது.



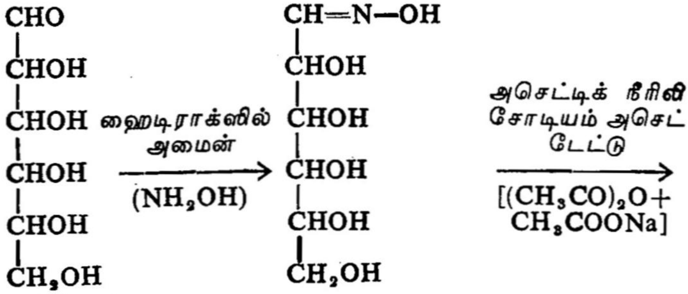




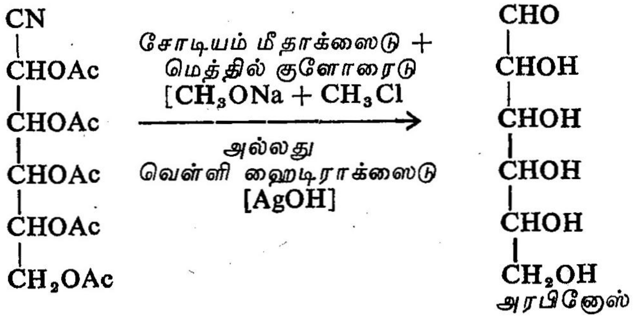
அரபினோஸ்

(2) வோல் முறை

குளுக்கோஸ் ஹைடிராக்ஸில் அமைனுடன் சுருக்கவினை புரிந்து குளுக்கோஸ் ஆக்ஸைம் தருகிறது. ஆக்ஸைம் அசெட்டிக் நீரிலி, சோடியம் அசெட்டேட்டு ஆகிய சேர்மங்களுடன் சேர்ந்து சைனேச் சேர்மத்தைக் கொடுக்கிறது. சைனேச் சேர்மம் வெள்ளி ஹைடிராக்ஸைடுடன் (AgOH) வினைபுரியும்பொழுது அரபினோஸ் கிடைக்கிறது.

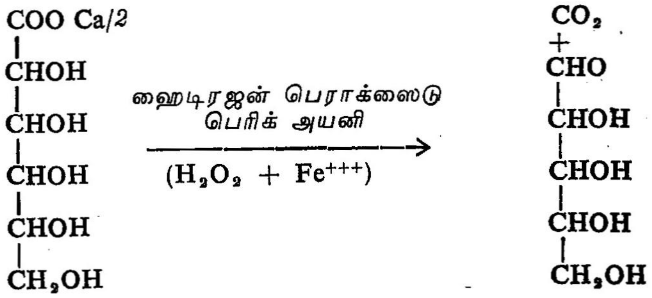


குளுக்கோஸ்

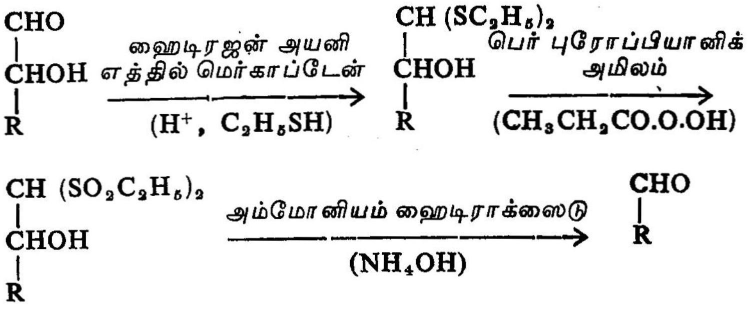


(3) ரஃப் முறை

ஆல்டோஸ் அமிலமாக்கப்பட்டுப் பிறகு அதன் கால்ஸியம் உப்பாக மாற்றப்படுகிறது. அதைப் பெரிக் அயன், ஹைடிரஜன் பெராக்ஸைடு (H_2O_2), பென்ட்டான் வினைபொருள் (Fenton's reagent) இவற்றுடன் சேர்க்கும்பொழுது ஆல்டோஸ் வரிசையின் இறக்கம் நடைபெறுகிறது.



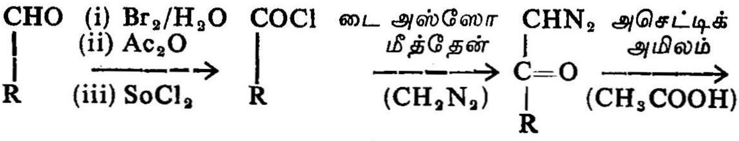
(4) மெக்டோனால்டு - பிஷர் முறை

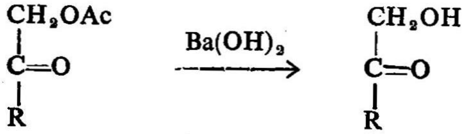


ஆல்டோஸைக் கீட்டோஸாக மாற்றுதல்

(1) இதைக் கார்போஹைடிரேட்டின் சுருக்கு வினைப் பகுதியில் விவரித்துள்ளோம். ஓசசோனாக மாற்றிக் கீட்டோஸ் பெறுகிறோம். இதில் கார்பன் அணுக்களின் எண்ணிக்கை மாறுவதில்லை.

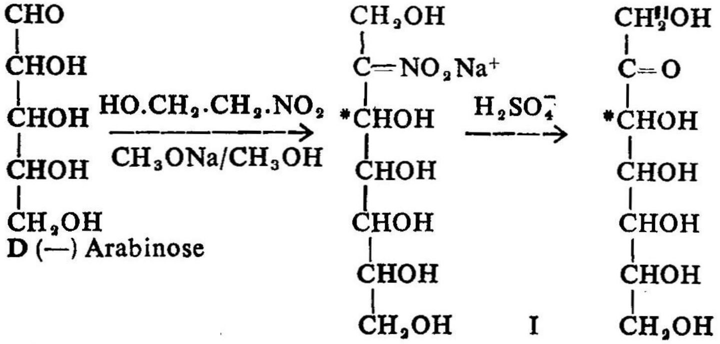
(2) ஒரு கார்பன் அணுவை அதிகப்படுத்திக் கீட்டோஸ் பெறுதல்





(3) இரு கார்பன் அணுவை அதிகமாக்கிக் கீட்டோஸ் பெறுதல்.

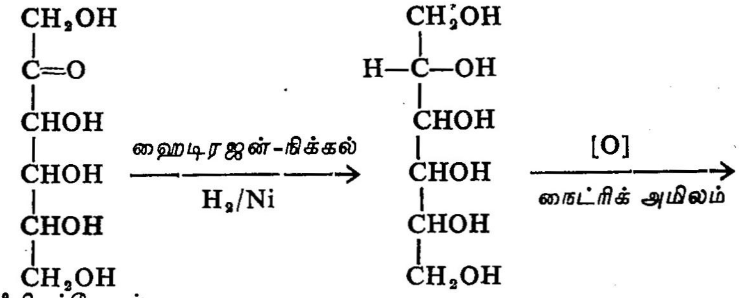
D-அரபினோஸ் சோடியம் மீதாக்ஸைடு-மெத்தனால் முன்னிலையில் நைட்ரோஹைடிராக்ஸி எத்திலீனுடன் வினைபுரிகிறது. கிடைக்கப்பட்ட சேர்மம் கந்தக அமிலத்தோடு சேரும்பொழுது D-மான்னோ ஹெப்டுலோஸ், D-(—)-குளுக்கோ ஹெப்டுலோஸ் ஆகிய சேர்மங்களைக் கொடுக்கிறது.



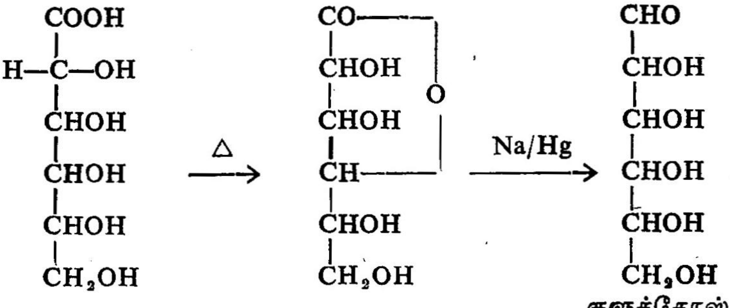
D-(—)-மான்னோஹெப்டுலோஸ்
[D-(—)-Manoheptulose]
D-(—)-குளுக்கோஹெப்டுலோஸ்
[D-(—)-Glucoheptulose]

கீட்டோஸை ஆல்டோஸாக மாற்றுதல்

(1) கீட்டோஸை வினைவேகமாற்றி (Catalyst) உதவி கொண்டு ஒடுக்கம் செய்தால், பல்ஹைடிரிக் ஆல்கஹால் கிடைக்கிறது. பிறகு நைட்ரிக் அமிலம் கொண்டு ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்தால், ஆல்டோனிக் அமிலம் கிடைக்கிறது. இதைச் சூடேற்றிய பிறகு ஒரு லேக்டோன் உண்டாகிறது. இந்த லேக்டோனைச் சோடியம் பாதரஸக் கலவை கொண்டு ஒடுக்கினால், ஆல்டோஸ் பெறுகிறோம்.



ஃபிரக்டோஸ்



குளுக்கோஸ்

இதனுடன் இதன் எப்பிமரான மான்னோஸும் கிடைக்கிறது.

முக்கியக் கார்போஹைடிரேட்டுகள்

ஒற்றைச் சாக்கரைடுகள்

(1) ஆல்டோ ஹெக்ஸோஸ் (உ-ம்) குளுக்கோஸ்

(2) கீட்டோ ஹெக்ஸோஸ் (உ-ம்) ஃபிரக்டோஸ்

இரட்டைச் சாக்கரைடுகள்

(1) சுக்ரோஸ்

(2) மால்ட்டோஸ்

(3) லேக்டோஸ் (Lactose)

பல் சாக்கரைடுகள் (Polysacchorides)

(1) ஸ்டார்ச்சு (Starch)

(2) செல்லுலோஸ் (Cellulose)

வினாக்கள்

(1) ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளின் பொதுவான பண்புகளை விவரி.

(2) ஆல்டோன் வரிசையின் ஏற்றம், இறக்கம் பற்றி எழுதுக.

(3) சிறு குறிப்புத் தருக :

(i) சுழற்சி மாற்றம்
(ii) எப்பிமர் ஆக்குதல்
(iii) ஆல்டோஸைக் கீட்டோஸாக மாற்றுதல்

3. குளுக்கோஸ்

இதன் மூலக்கூறு வாய்பாடு $C_6H_{12}O_6$

இதைத் திராட்சைச் சர்க்கரை (Grape sugar) அல்லது டெக்ஸ்ட்ரோஸ் (Dextrose) எனக் கூறலாம். இஃது ஓர் ஆல்டோ ஹெக்ஸோஸ். இது தேன், இனிப்பான பழ வர்க்கங்கள், இரத்தம் முதலியவற்றில் உள்ளது.

தயாரிப்பு முறைகள்

(1) அரிசி, கிழங்கு, மக்காச்சோளம் முதலியவற்றிலிருந்து கிடைக்கும் மாவுப் பொருள் (Starch) நீரால் பகுக்கப்படும் பொழுது குளுக்கோஸ் கிடைக்கிறது.

மாவுப் பொருள் நீர்த்த கந்தக அமிலம் கொண்டு நீரால் பகுக்கப்படுகின்றது. பிறகு கால்சியம் கார்பனேட்டினால் நடுநிலை யாக்கப்பட்டு வடிகட்டப்படுகிறது. இவ் வடிநீரின் நிறம் விலங்குக் கரியினால் (Animal charcoal) நீக்கப்பட்டு, வெற்றிடத்தில் அடர் வாக்கப்படுகிறது (Concentrated). இவ் வடர்கரைசல் குளிராக் கப் படும்பொழுது குளுக்கோஸ் படிகமாக வெளிவருகிறது.

$$(C_6H_{10}O_5)n + nH_2O \longrightarrow nC_6H_{12}O_6$$

(2) நீர்த்த ஹைடிரோ குளோரிக் அமிலம் உள்ள ஆல்க ஹால் கரைசல் கொண்டு கரும்புச் சர்க்கரையை (Cane sugar) 50°C உஷ்ணத்தில் நீராற் பகுக்கும்பொழுது, குளுக்கோஸ், ஃபிரக்டோஸ் ஆகிய இரு கார்போஹைடிரேட்டுகள் கிடைக் கின்றன.

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

கரும்புச் சர்க்கரை   குளுக்கோஸ்   ஃபிரக்டோஸ்

குளுக்கோஸ் ஆல்கஹாலில் சிறிதளவு கரையக் கூடியது. ஆனால் ஃபிரக்டோஸ்அதிக அளவில் கரையக்கூடியது. ஆகவே,

இந்தக் கலவையைக் குளிர்படுத்தினால் குளுக்கோஸ் திடப்பொருளாகத் திரவத்தில் இருந்து பிரிந்து விடுகிறது.

தொகுப்பு முறை (Synthesis)

புரோமின், சோடியம் கார்பனேட்டுக் கொண்டு கிளிசரின் (Glycerine) கிளிசரிக் ஆல்டிஹைடாகவும், டை ஹைடிராக்ஸி அசெட்டோனாகவும் மாற்றப்படுகிறது. பிறகு அவை பேரியம் ஹைடிராக்சைடு முன்னிலையில் ஆல்டால் சுருக்கம் (Aldol condensation) ஏற்பட்டு *α*, *β*-அக்ரோஸ்களைத் (*α*, *β*-Acroses) தருகின்றன.

α-அக்ரோஸ் dl-ஃபிரக்டோஸாகும். *β*-அக்ரோஸ் dl-சார்போஸாகும். dl-ஃபிரக்டோஸ் சோடியம் பாதரஸக் கலவை கொண்டு ஒடுக்கப்பட்டு dl-மாவிட்டால் கிடைக்கிறது. இது dl-மான்னோனிக் அமிலமாக மாற்றப்பட்டு, d-அமிலமும், l-அமிலமும் தனித் தனியாகப் பிரித்தெடுக்கப் படுகின்றன. d-மான்னோனிக் அமிலம் பிரிடினோடு (Pyridine) 140°C சூடேற்றும் பொழுது குளுக்கானிக் அமிலம் கிடைக்கிறது. குளுக்கானிக் அமிலம் சூடேற்றி, ஒடுக்கப்பட்டுக் குளுக்கோஸ் தயாரிக்கப்படுகிறது.

$$\begin{array}{c} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow[(Br_2 - Na_2CO_3)]{\text{புரோமின் சோடியம் கார்பனேட்டு}} \begin{array}{c} CH_2OH \\ | \\ C{=}O \\ | \\ CH_2OH \end{array} + \begin{array}{c} CHO \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow[\text{Aldol condensation}]{\text{ஆல்டால் சுருக்கம்}}$$

கிளிசரின்

$$\begin{array}{c} CH_2OH \\ | \\ CO \\ | \\ CHOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow{\text{சோடியம் பாதரஸக் கலவை}} \begin{array}{c} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow{HNO_3}$$

dl-ஃபிரக்டோஸ்   dl-மான்னிட்டால்

$$
\begin{array}{l}
CH_2OH \\
| \\
CHOH \\
| \\
CHOH \\
| \\
CHOH \\
| \\
CHOH \\
| \\
CHO
\end{array}
\xrightarrow{[O]}
\begin{array}{l}
CH_2OH \\
| \\
CHOH \\
| \\
CHOH \\
| \\
CHOH \\
| \\
CHOH \\
| \\
COOH
\end{array}
\xrightarrow[\text{(Morphin)}]{\text{மார்பின்}}
$$

dl-மான்னோஸ் dl-மான்னோனிக் அமிலம்

d-அமிலம் + l-அமிலம் d-மான்னோனிக் அமிலம் $\xrightarrow[140°C]{\text{பிரிடின்}}$ dl-குளுக்கானிக் அமிலம்

$\xrightarrow[\text{(i) சூடேற்றுதல் (ii) ஒடுக்கம்}]{}$ dl-குளுக்கோஸ்

பௌதிகப் பண்புகள்

படிக அமைப்புக் கொண்ட ஒரு திடப் பொருள்; நீரில் கரையக்கூடியது; ஆல்கஹாலில் சிறிதளவு கரையக் கூடியது; இனிப்புத் தன்மையுடையது; ஒருதளப் படுத்தப்பட்ட ஒளி அலைகளை (Plane of plane polarised light) வலப்புறமாக ஒளி சுழற்றும் தன்மையுடையது. ஆகவே, இதை டெக்ஸ்ட்ரோ (Dextro) குளுக்கோஸ் [(+)-குளுக்கோஸ்)] எனக் கூறுகிறோம்.

வேதியியல் பண்புகள்

(1) **ஒடுக்கம்** : ஒற்றைச் சாக்கரைடின் பொதுப் பண்புகளில் கூறப்பட்டிருக்கிறது.

(2) **ஆக்ஸிஜனேற்றம்** : குளுக்கோஸ் ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைவதால், இஃது ஒரு சிறந்த ஒடுக்கியாக (Reducing agent) விளங்குகிறது. இது டோலனின் வினைபொருளை வெள்ளியாக (Silver) ஒடுக்குகிறது. பெலிங்ஸ் (Fehling's) கரைசலிலிருந்து செம்பழுப்பு நிறம் உள்ள கியூப்ரஸ் ஆக்ஸைடை (Cuprous oxide) வீழ்படியச் செய்கிறது. இவ்விரு வினைகளிலும் குளுக்கோஸ் குளுக்கானிக் அமிலமாக ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைகிறது.

$$OHC(CHOH)_4-CH_2OH \xrightarrow{Ag_2O} HOOC\,(CHOH)_4-CH_2OH + 2Ag$$

$$OHC(CHOH)_4-CH_2OH \xrightarrow{CuO} HOOC\,(CHOH)_4-CH_2OH + Cu_2O$$

(3) குளுக்கோஸ் கரைசல், அடர் சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடுடன் சூடேற்றினால் பழுப்பு நிறமாக மாறுகிறது.

(4) **சேர்க்கை வினை** (Addition reaction) : குளுக்கோஸ் ஹைட்ரஜன் சயனைடுடன் வினைபுரிந்து குளுக்கோஸ் சயனோ ஹைடிரினைக் கொடுக்கிறது.

$$\begin{array}{l} CHO \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow{HCN} \begin{array}{l} CN \\ | \\ CHOH \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array}$$

இவ்வினை ஆல்டோஸ் வரிசையின் ஏற்றத்தில் பயன்படுகிறது (கிளியானி வினை).

(5) **சுருக்கு வினை**

(i) குளுக்கோஸ் ஹைட்ராக்ஸில் அமினுடன்(Hydroxyl amine) வினைபுரிந்து குளுக்கோ ஆக்ஸைம் (Glucoxime) என்ற சேர்மத்தைக் கொடுக்கிறது.

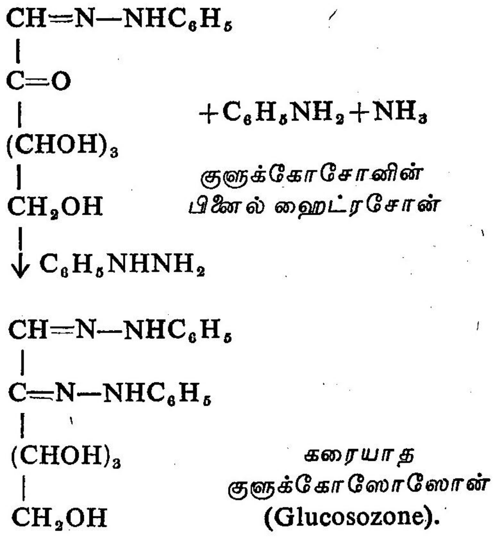
$$\begin{array}{l} CHO \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow{NH_2OH} \begin{array}{l} CH{=}N{-}OH \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH. \end{array} + H_2O$$

(ii) பீனைல் ஹைடிரஸினோடு குளுக்கோஸ் ஓசசோனைத் தருகிறது.

பிஷர் வழி முறை (Fischer's mechanism)

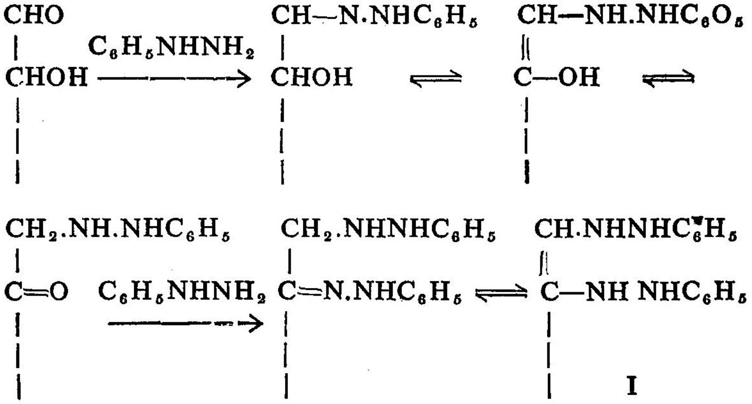
$$\begin{array}{l} CHO \\ | \\ CHOH \\ | \\ (CHOH)_3 \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow{C_6H_5NHNH_2} \begin{array}{l} CH{=}N{-}NHC_6H_5 \\ | \\ CHOH \\ | \\ (CHOH)_3 \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow{C_6H_5NHNH_2}$$

கரையக் கூடிய பீனைல் ஹைடிரஸோன்

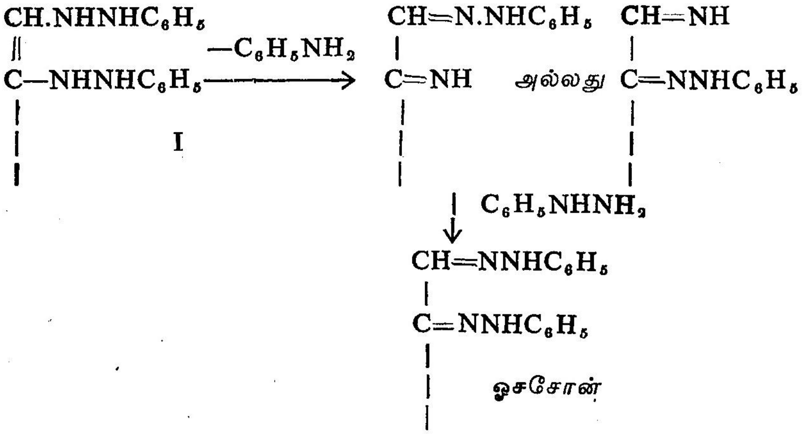


இஃது ஒப்புக் கொள்ளக்கூடிய வழி முறையன்று. ஏனெனில், பினைல் ஹைடிரஸின் ஒரு சிறந்த ஒடுக்கியாகப் பயன்படுகிறது இங்கு ஆக்ஸிஜனேற்றியாகப் பங்கு கொள்கிறது.

வேகண்ட் வழி முறை (Weygand mechanism) (1940)



குளுக்கோஸ், பிரக்டோஸ் ஆகிய இரு கார்போஹைடிரேட்டுகளும் சேர்மம் I கொடுக்கின்றன.



இந்த அமைப்பு மாற்றத்திற்கு அமடோரி அமைப்பு மாற்றம் (Amadori rearrangement) என்று பெயர்.

மேற்கூறிய வினைகள் மூலம் குளுக்கோஸில் ஓர் ஆல்டிஹைடு தொகுதி இருப்பதை அறிய முடிகிறது.

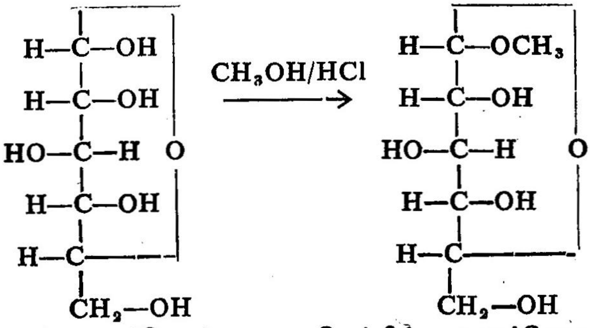
(6) குளுக்கோஸ் அசெட்டைல் குளோரைடு (Acetyl chloride) அல்லது அசெட்டிக் நீரிலியுடன் (Acetic anhydride) வினைபுரிந்து பென்ட்டா அசெட்டைல் குளுக்கோஸைக் கொடுக்கிறது (Penta acetyl glucose).

$$CHO-(CHOH)_4-CH_2OH \xrightarrow[{[(CH_3CO)_2O]}]{\text{அசெட்டிக் நீரிலி}} C_6H_7O(OAc)_5$$

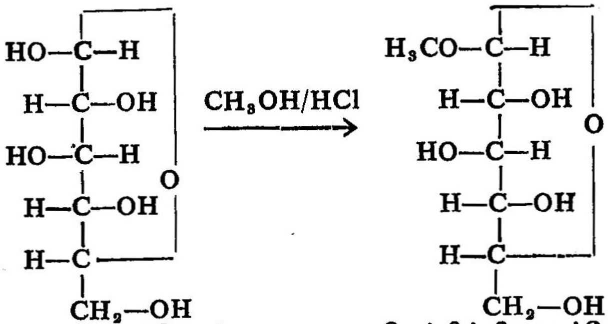
(7) **நொதித்தல்** (Fermentation): குளுக்கோஸ் 'ஈஸ்ட்' உடன் வினைபுரியும் பொழுது, நொதித்து எத்தில் ஆல்கஹாலைக் கொடுக்கிறது.

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{ஈஸ்ட்}} 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

(8) குளுக்கோஸ் மோனோஹைடிரிக் ஆல்கஹால்களுடன் (Monohydric alcohol) ஹைடிரஜன் குளோரைடு வாயு முன்னிலையில் வினைபுரிந்து 'குளுக்கோஸைடைத்' (Glucoside) தருகிறது. இவ்வினை குளுக்கோஸ் மூலகத்தின் அமைப்புகளைத் தெரிந்து கொள்வதில் பயன்படுகிறது.



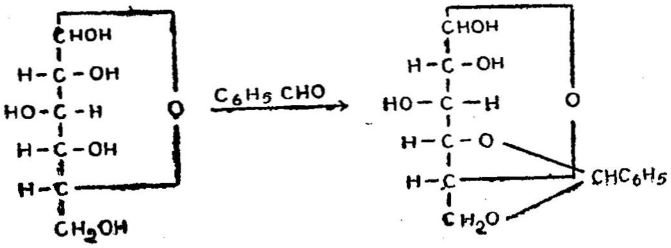
α-D-குளுக்கோஸ் மெத்தில்-α-குளுக்கோஸைடு (Methyl-α-Glucoside)



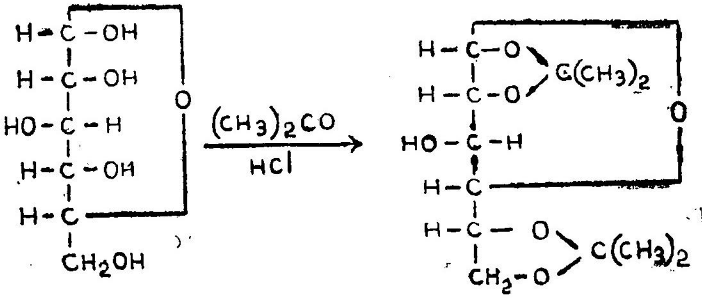
β-D-குளுக்கோஸ் மெத்தில்-β-குளுக்கோஸைடு

(9) குளுக்கோஸ் உலோக ஹைடிராக்ஸைடுகளுடன் சேர்ந்து குளுக்கோஸேட்டுகளை அளிக்கிறது. கால்ஸியம் ஹைடிராக்ஸைடுடன், கால்ஸியம் குளுக்கோஸேட்டைக் கொடுக்கிறது. $C_6H_{12}O_6 \cdot CaO$.

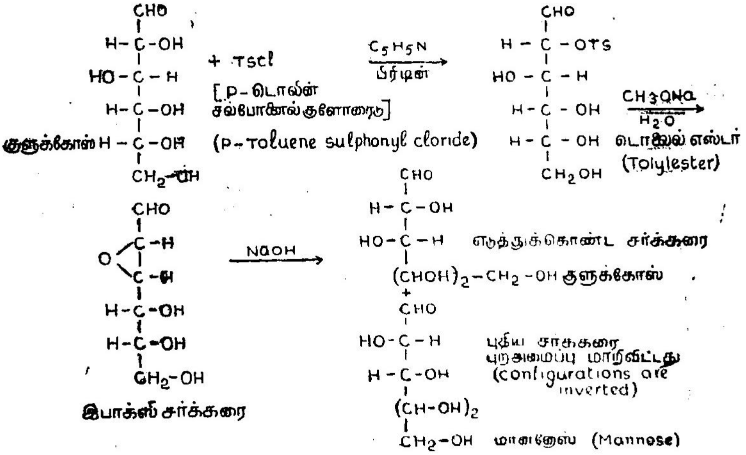
(10) குளுக்கோஸ் பென்சாலிடிஹைடுடன் (C_6H_5CHO) வினைபுரிந்து 4, 6-O-பென்ஸிலிடின் D-குளுக்கோபைரனோஸ் (4, 6-O-Benzylidine Glucopyranose) கொடுக்கின்றது.



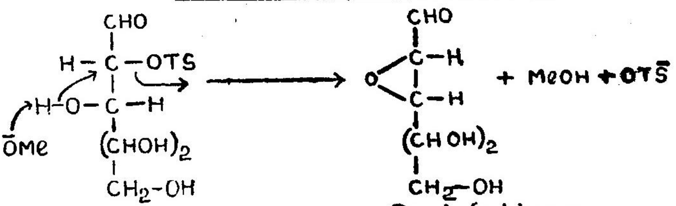
(11) ஹைடிரஜன் குளோரைடு முன்னிலையில் நீரற்ற அசெட்டோன் குளுக்கோஸுடன் வினைபுரிகிறது. மோனோ டை ஐசொபுரோப்பிலிடின் பெறுதிகள் (Mono and di-isopropy-lidine derivatives) கிடைக்கின்றன. இங்கு வளையத்தின் அளவு மாறுபடுகிறது.



(12) இபாக்ஸி சர்க்கரை (Epoxy sugar)



டோசைல் குளோரைடு விடுபடும் விதம்



இபாக்ஸிசர்க்கரை

குளுக்கோஸ் (அல்லது வேறு சர்க்கரை) P-டொலின் சல்போனைல் குளோரைடுடன் சேர்ந்து, P-டொலைல் எஸ்டரைக் கொடுக்கின்றது. எஸ்டர் சோடியம் மீதா ஆக்ஸைடுடன் சேர்ந்து இபாக்ஸி சர்க்கரை கொடுக்கின்றது.

வினாக்கள்

(1) குளுக்கோஸ் எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது? அதன் பண்புகளை விவரி.

(2) சிறு குறிப்புத் தருக:

(i) இபாக்ஸி சர்க்கரை; (ii) வேகண்ட் வழிமுறை.

4. D-(+)-குளுக்கோஸின் அமைப்பு
(Structure of D-(+)-Glucose)

குளுக்கோஸின் அமைப்பினை (Structure) அறிய, அதன் பல்வேறு வேதியியல் வினைகளும், இயற்பியல் குறிப்புகளும் (Physical data) பயன்படுகின்றன.

(1) பண்பறி பகுப்பின் மூலம் சுத்தமான குளுக்கோஸ் கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன் ஆகிய தனிமங்களால் ஆக்கப் பட்டுள்ளது என்பதை அறிகிறோம். அதன் மூலக்கூறு எடை 180 ஆகும். அளவறி பகுப்பின் மூலம் (Quantitative analysis) அதன் மூலக்கூறு வாய்பாடு $C_6H_{12}O_6$ எனக் கணக்கிடப் பட்டுள்ளது.

(2) ஹைட்ரஜன் அயோடைடு, பாஸ்பரஸ் கலவை D-(+)-குளுக்கோஸை ஒடுக்கி, n-ஹெக்ஸேனைத் தருகின்றது. n-ஹெக்ஸேனிலுள்ள ஆறு கார்பன் அணுக்களும் ஒரு சங்கிலித் தொடர் போன்று அமைந்திருக்கின்றன. எனவே, குளுக்கோஸ் மூலகத்தில் ஆறு கார்பன் அணுக்களும் ஒரு கிளையற்ற நெடுந்தொடராக அமைந்திருந்திருக்கின்றன எனத் தெளிவாகின்றது.

(3) ஹைடிரஜன் சயனைடு, ஹைடிராக்ஸில் அமைன், பினைல் ஹைடிரசின் முதலியவற்றுடன் குளுக்கோஸ் வினைபுரிகிறது. ஆகவே, குளுக்கோஸ் கார்பனைல் தொகுதியை (Carbonyl group) உடையதாயிருக்கிறது எனத் தெரிய வருகிறது. புரோமின் நீரோடு குளுக்கோஸ் ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைந்து கார்பன் அணு குறையாமல் குளுக்கானிக் அமிலம் தருகிறது. ஆகையால், குளுக்கோஸிலுள்ள கார்பனைல் தொகுதி ஆல்டிஹைடுத் தொகுதி என்று உறுதியாகிறது. ஆல்டிஹைடுத்தொகுதி கார்பன் அணுத்தொடரில் ஒரு முனையில் இருக்கிறது.

(4) குளுக்கானிக் அமிலத்தை மேலும் நைட்ரிக் அமிலம் கொண்டு ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்தால், சக்காரிக் அமிலம் என்ற டை கார்பாக்ஸில் அமிலம் கிடைக்கிறது. கார்பன் அணுத்தொடரின் மறுமுனையில் முதல்நிலை ஆல்கஹால் தொகுதி உள்ளது எனத் தெரிகிறது. ஆகவே, குளுக்கோஸின் முடிவு அமைப்பைக் (Partial structure) கீழ்க் கண்டவாறு எழுதலாம்.

$$HOH_2C—C—C—C—C\text{--}CHO.$$

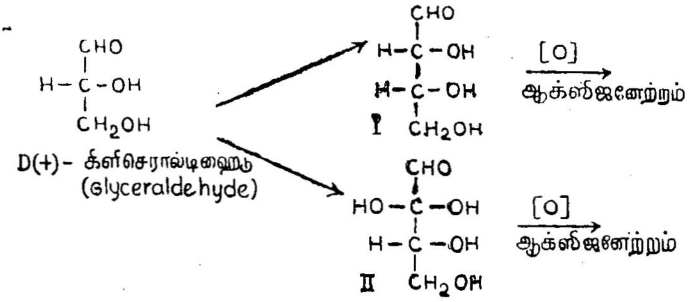
(5) அசெட்டிக் நீரிலியோடு, பென்ட்டா அசெட்டைல் குளுக்கோஸ் கிடைப்பதனால், குளுக்கோஸில் ஐந்து ஹைடிராக்ஸில் தொகுதிகள் (Hydroxyl groups) இருக்கின்றன எனத் தெரிகிறது. இரண்டு ஹைடிராக்ஸில் தொகுதிகள் ஒரே கார்பன் அணுவுடன் சேர்ந்திருந்தால், அச் சேர்மம் சுலபமாகச் சிதைவுற்று, ஒரு நீர் மூலக்கூறு கிடைக்கும். குளுக்கோஸ் அவ்வாறு சிதைவு பெறுவதில்லை. ஆகவே, ஐந்து ஹைடிராக்ஸில் தொகுதிகளும் வெவ்வேறு கார்பன் அணுவோடு இணைந்துள்ளன எனத் தெரிகிறது. எனவே, குளுக்கோஸின் அமைப்பைக் கீழ்க் கண்டவாறு எழுதலாம்.

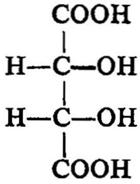
$$\begin{array}{l} CHO \\ | \\ CHOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{array}$$

குளுக்கோஸின் புற அமைப்பு அல்லது இட வச அமைப்பு
(Configuration of glucose)

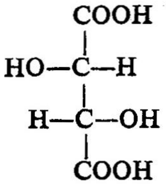
ஹைடிரஜன் அணுவும், ஹைடிராக்ஸில் தொகுதியும் வெவ்வேறு கார்பன் அணுவின் எப் பக்கங்களில் இணைந்திருக்கின்றன என்பதைக் காட்டுவதைப் புற அமைப்பு அல்லது இட வச அமைப்பு எனக் கூறுகிறோம். கார்போஹைடிரேட்டின் உருவ அமைப்பை அறிவதில், கிளியானி ஆல்டோஸ் தொடர்ச்சியின் ஏற்றம் (Killiani ascent of the aldose series) பெரிதும் பயன்படுகிறது. ஆல்டோஸ் உருவ அமைப்புப் பற்றி அறியக்

கிளிசெரால்டிஹைடை. ஓர் அடிப்படைச் சேர்மமாக ரோசனேப் (Rosanoff) என்பவர் எடுத்துக் கொண்டார். இஃது ஒரு ட்ரையோஸ். கிளியானி முறைப்படி, இஃது இரு வகையான ஆல்டோஸ்களைத் தருகிறது (திரியோஸ், எரித்ரோஸ்).





மீசோ டார்ட்டாரிக் அமிலம்

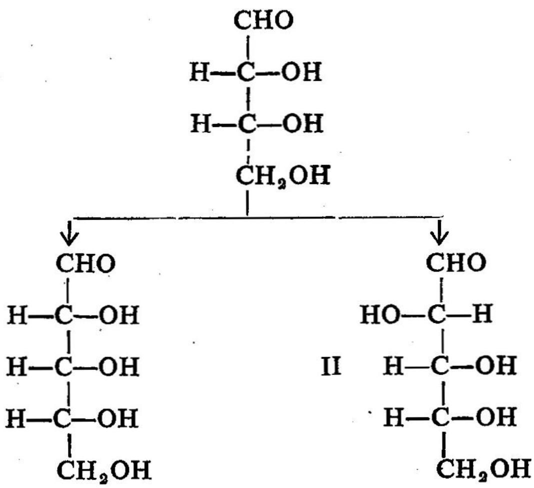


ஒளி சுழற்றும் தன்மையுள்ள டார்ட்டாரிக் அமிலம்

இந்தச் சேர்மங்களில் எது திரியோஸ், எது எரித்ரோஸ் என அறிந்து கொள்ள, இரு சேர்மங்களையும் ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்ய வேண்டும். அமைப்பு I மீசோ டார்ட்டாரிக் அமிலமும் (Mesotartaric acid), அமைப்பு II ஒளி சுழற்றுந் தன்மையுள்ள டார்ட்டாரிக் அமிலமும் கொடுக்கின்றன. மீசோ டார்ட்டாரிக் அமிலம் ஒளி சுழற்றும் தன்மை கொண்டதன்று. இதன் மூலக் கூற்றை இரு பகுதியாகப் பிரித்தால், ஒரு பகுதி மற்றொரு பகுதியின் ஆடி உருவ அமைப்பாகிறது (Mirror image). இது சம தளச் சீர்மை (Plane of symmetry) கொண்டதாக இருக்கிறது. இதில் மத்தியச் சமச் சீர்மையும் (Centre of symmetry) உள்ளது.

எரித்ரோஸ் சேர்மத்தை ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்தால், மீசோ டார்ட்டாரிக் அமிலம் கிடைக்கிறது. ஆகவே, அமைப்பு I எரித்ரோஸாகும். அமைப்பு II திரியோஸ். இந்த முறையில் ஆல்டோஸின் புற அமைப்புகளை அறிய முடிகிறது.

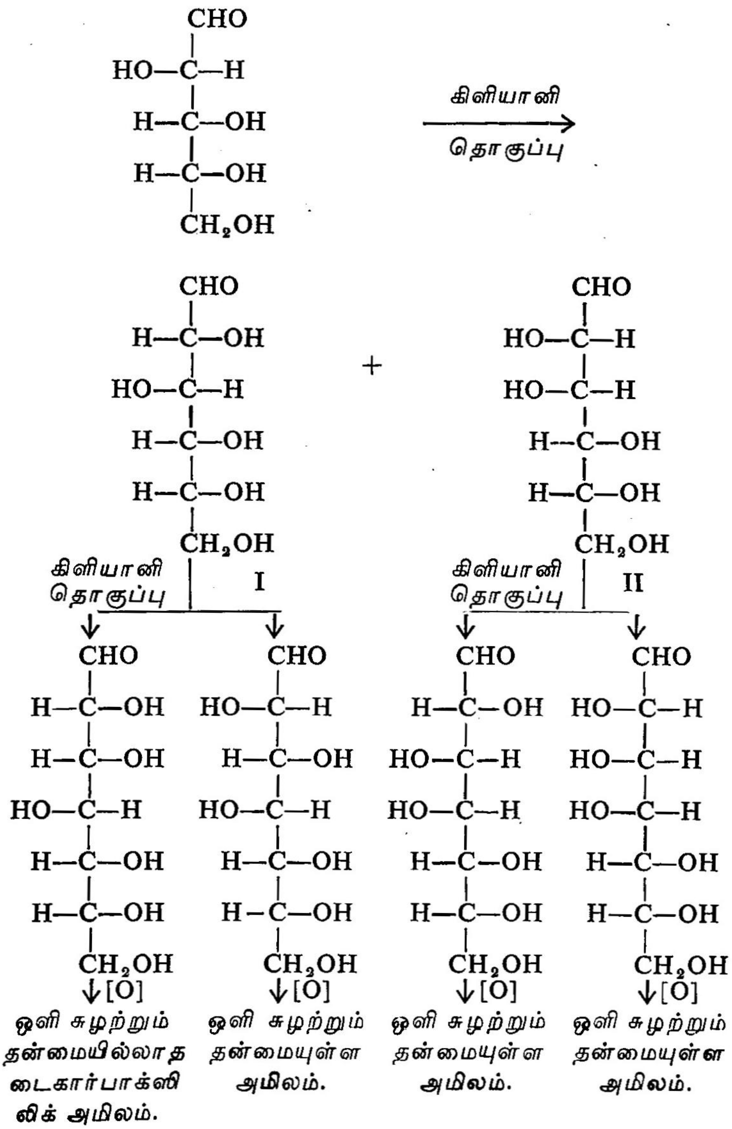
கிளியானி முறைப்படி D-எரித்ரோஸ் D-(—)-ரிபோஸையும், ஆல்டோடிட்ரோஸ் D-(—)-அரபினோஸையும் (ஆல்டோபென்ட்டோஸ்) கொடுக்கின்றன.



I II

இந்த இரு சேர்மங்களில் ஒன்று அரபினோஸ், மற்றொன்று ரிபோஸ். ரிபோஸ் நைட்ரிக் அமிலம் கொண்டு ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்தால் ஒளி சுழற்றும் தன்மையற்ற டை கார்பாக்ஸிலிக் அமிலம் தருகிறது. அரபினோஸ் ஒளி சுழற்றும் தன்மையுள்ள (Optically active) சேர்மத்தைக் கொடுக்கின்றது. அமைப்பு I ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்தால் ஒளி சுழற்றும் தன்மை இல்லாத டை கார்பாக்ஸிலிக் அமிலமும், அமைப்பு II ஒளி சுழற்றுந் தன்மை கொண்ட டை கார்பாக்ஸிலிக் அமிலமும் கொடுக்கின்றன. ஆகவே, அமைப்பு I D-(—)-ரிபோஸ்; அமைம்பு II D-(—)-அரபினோஸ்.

D-(—)-அரபினோஸின் புற அபைப்புத் தெரிந்து கொண்டோம். இதிலிருந்து D-குளுக்கோஸின் புற அமைப்புத் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

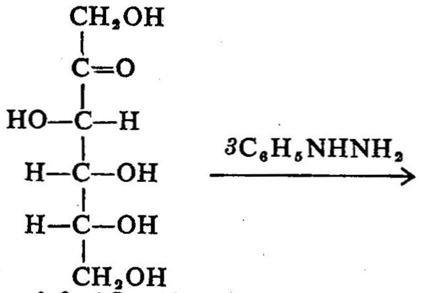


அரபினோஸ் கிளியானிக் தொகுப்பின் மூலம் குளுக்கோஸ், மான்னோஸ் ஆகிய இரு சேர்மங்களைக் கொடுக்கிறது. குளுக்கோஸ் கிளியானிக் தொகுப்பின் மூலம் இரு ஹெப்டோஸ்களைத்

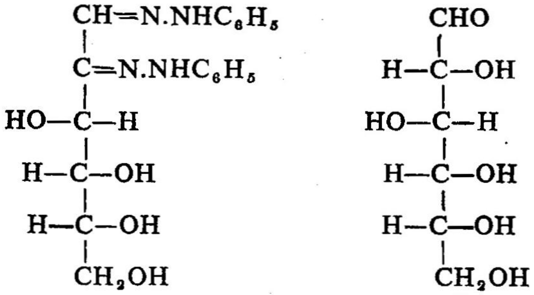
(Heptose) தருகிறது. இரு ஹெப்டோஸ்களை ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்தால், ஒளி சுழற்றும் தன்மை இல்லாத (மீசோ சேர்மம்) டை கார்பாக்ஸிலிக் அமிலமும், ஒளி சுழற்றுந் தன்மையுள்ள டை கார்பாக்ஸிலிக் அமிலமும் கிடைக்கின்றன. அமைப்பு I மேலே கூறியுள்ள சேர்மங்களைக் கொடுக்கக் கூடியது. ஆகவே, அமைப்பு I குளுக்கோஸின் அமைப்பைக் காட்டுகிறது. அமைப்பு II மான்னோஸின் அமைப்பாகும்.

கீட்டோஸின் புற அமைப்பு

புற அமைப்புத் தெரிந்த ஆல்டோஸிலிருந்து கீட்டோஸ் புற அமைப்புகளைத் தெரிந்து கொள்ளலாம். உதாரணமாகக் குளுக்கோஸும், ஃபிரக்டோஸும் ஒரே ஓசசோனைக் கொடுக்கின்றன. ஆகவே, முதல் இரு கார்பன் அணுக்களைத் தவிர மற்றக் கார்பன் அணுவின் புற அமைப்பு இரண்டிற்கும் ஒத்திருக்கின்றன எனத் தெரிய வருகிறது.



ஃபிரக்டோஸ்



ஓசசோன் குளுக்கோஸ்

இவ்வாறு மற்றக் கீட்டோஸ் சேர்மங்களுக்கும் புற அமைப்புகளைத் தெரிந்து கொள்கிறோம்.

குளுக்கோஸின் வளைய அமைப்பு (Ring structure of glucose)

(1) குளுக்கோஸ் சில வினைகளில் ஆல்டிஹைடுக் குணங்களைக் காட்டுவதில்லை. குளுக்கோஸ் மற்ற ஆல்டிஹைடுகளைப் போன்று 'ஷிப்ஸ்' (Schiff's) வினை பொருளுடன் சேர்ந்து ஊதாச் சிவப்பு நிறத்தை ஏற்படுத்துவதில்லை. சோடியம் பைசல்பைட்டுடன் (Sodium bisulphite) சேர்ந்து சேர்க்கைச் சேர்மத்தை (Addition compound) உண்டாக்குவதில்லை. அம்மோனியாவுடன் சேர்க்கை வினை ஏற்படுவதில்லை.

(2) குளுக்கோஸ் பென்ட்டா அசெட்டேட்டு இரண்டு ஐசோமெர்களாக உள்ளன. இரண்டு ஐசோமர்களும் ஹைடிராக்ஸில் அமைனுடன் வினை புரிவதில்லை. எனவே, இதில் ஆல்டிஹைடுத் தொகுதி இல்லை எனத் தெரிகிறது.

(3) ஆல்டிஹைடுகள் சாதாரணமாக இரண்டு ஆல்கஹால் மூலக்கூறுகளுடன் சேர்ந்து அசெட்டால்களைத் (Acetal) கொடுக்கின்றன. ஆனால், குளுக்கோஸ் ஓர் ஆல்கஹால் மூலக் கூற்றுடன் சேர்ந்து இரு குளுக்கோஸைடுகளைக் (Glucosides) கொடுக்கின்றது.

(4) குளுக்கோஸைச் சிறிதளவு ஹைடிரஜன் குளோரைடு (1%) கலந்த மெத்தனால் கரைசலோடு ஆவிமீள் கொதிக்க வைத்தால் (Reflux) மெத்தில் α-D-(+)-குளுக்கோஸைடு வெண்மை நிறப் படிகங்களாகக் கிடைக்கின்றது.

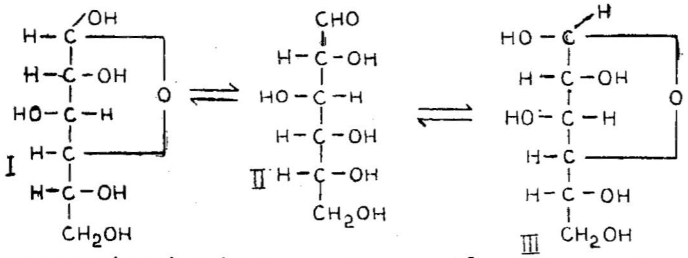
குளுக்கோஸைச் சிறிதளவு ஹைடிரஜன் குளோரைடு கலந்த மெத்தனாலில் (CH_3OH) கரைத்து, அதை 0°C வெப்பநிலையில் வைத்திருந்தால் மெத்தில் β-D-(+)-குளுக்கோஸைடு என்ற பாகுபோன்ற திரவம் கிடைக்கிறது. எனவே, இரு வகையான குளுக்கோஸ் உண்டு என்பதை அறிகிறோம்.

α-D-(+)-குளுக்கோஸ்:-- D-(+)-குளுக்கோஸைக் குளிர்ந்த எத்தில் ஆல்கஹால் (Ethyl alcohol) கரைசலிலிருந்து படிகமாக்கி எடுத்தால் (Crystallisation) α-D-(+)-குளுக்கோஸ் கிடைக்கின்றது. இதன் உருகுநிலை 146°C. இதன் ஒளிச் சுழற்சி (α)-D = +113°.

β-(D)-(+)-குளுக்கோஸ்:— D-(—)-குளுக்கோஸைப் பிரிடின் கரைசலிலிருந்து படிகமாக்கி எடுத்தால் (+) குளுக்கோஸ் கிடைக்கின்றது. இதன் உருகுநிலை 148°-150°C இதனுடைய ஒளிச் சுழற்சி + 19·2°,

(5) குளுக்கோஸ் சுழற்சி மாற்றம் (Mutarotation) உடைய தாயிருக்கிறது.

மேலே கூறிய காரணங்களால், குளுக்கோஸின் மூலக்கூறு (Molecule) வளைய அமைப்பு (Ring structure) கொண்டது எனத் தெரிகிறது. எக்ஸ் கதிர்களைக் (X'rays) கொண்டு ஆராய்ந்தால், குளுக்கோஸ் மூலக்கூறு வளைய அமைப்புடையது என்றும், வளையத்தின் அளவு என்னவென்றும் தெளிவாகத் தெரியவருகிறது. டோலென்ஸ் (Tollens) என்பவர் *1883*ஆம் ஆண்டில் குளுக்கோஸின் வளைய அமைப்பைக் கீழே உள்ளவாறு காட்டியுள்ளார்.



α D(+)குளுக்கோஸ் அல்லது α - கடைஅணுமாற்றி

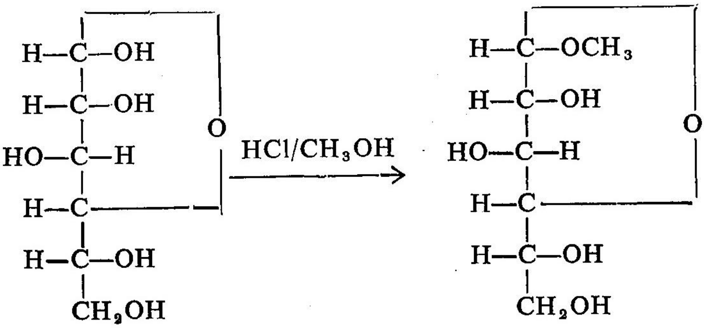
β D(+)குளுக்கோஸ்
β - கடைஅணுமாற்றி

சேர்மம் I, III ஆகியவற்றில் முதல் கார்பன் அணுவின் (C_1 புற அமைப்பு (Configuration) மட்டும் மாறுபட்டு இருக்கிறது. இவ்வகையாகக் கார்போஹைடிரேட்டுகளைக் கடை அணுமாற்றி எனக் கூறுகிறோம்.

D-(+)-குளுக்கோஸிலுள்ள ஒரு ஹைடிராக்ஸில் தொகுதி ஆல்டிஹைடுத் தொகுதியுடன் சேர்ந்து ஓர் அரை அசெட்டால் (Hemi acetal) சேர்மத்தைத் தருவதால், குளுக்கோஸ் வளைய அமைப்புடையதாக இருக்கிறது.

தற்பொழுதுள்ள கருத்தின்படி, சாதாரண குளுக்கோஸ் படிகம், கடை அணுமாற்றி அமைப்புக் கொண்டதாகும். இயங்கு சமநிலையில் (Equilibrium state) குளுக்கோஸ் கரைசல் α-கடை அணுமாற்ற அமைப்பு (*37%*), β-கடை அணுமாற்ற அமைப்பு (*63%*), ஆல்டிஹைடு அமைப்பு (*0·02%*) (II) ஆகியவற்றைக் கொண்டிருக்கிறது. இந்த அமைப்புகள் சில ஆல்டிஹைடு வினைகள் ஏன் குளுக்கோஸில் நடைபெறுவதில்லை என்பதைத் தெளிவு படுத்துகின்றன. சுழற்சி மாற்றத்தையும், மெத்தில் குளுக்கோ

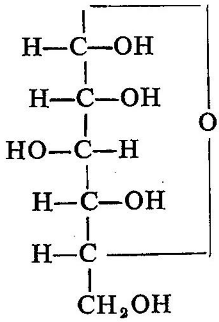
சைடுகள் உண்டாவதையும் குளுக்கோஸின் வளைய அமைப்புக் கொண்டு விவரிக்கலாம்.



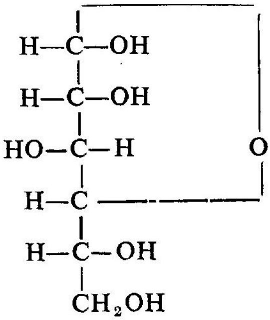
குளுக்கோஸ் கரைசலில் வெவ்வேறு ஒளி சுழற்றும் தன்மையுள்ள சேர்மங்கள் இருப்பதால், ஒளி சுழற்றும் தன்மை (Rotatory power) மாற்றம் அடைந்து, இயங்கு சமநிலையில் ஒரு நிலையான தன்மை (+52·5°) அடைகிறது.

வளைய அமைப்பின் அளவைத் தீர்மானித்தல் (Determination of the size of the ring)

பொதுவாகச் சர்க்கரைகள் 1, 5-ஆக்ஸைடு வளைய அமைப்பு அல்லது 1, 4-ஆக்ஸைடு வளைய அமைப்புக் கொண்டதாய் இருக்கின்றன.



1, 5-ஆக்ஸைடு வளைய அமைப்பு
δ-ஆக்ஸைடு அல்லது
அமைலீன் ஆக்ஸைடு.
ஆறு கண்ணி வளையம்
(Six membered ring)



1, 4-ஆக்ஸைடு வளைய அமைப்பு
γ-ஆக்ஸைடு.
ஐந்து கண்ணி வளையம்
(Five membered ring)

வளையத்தின் அளவை அறிய இரு முறைகள் கையாளப்படுகின்றன.

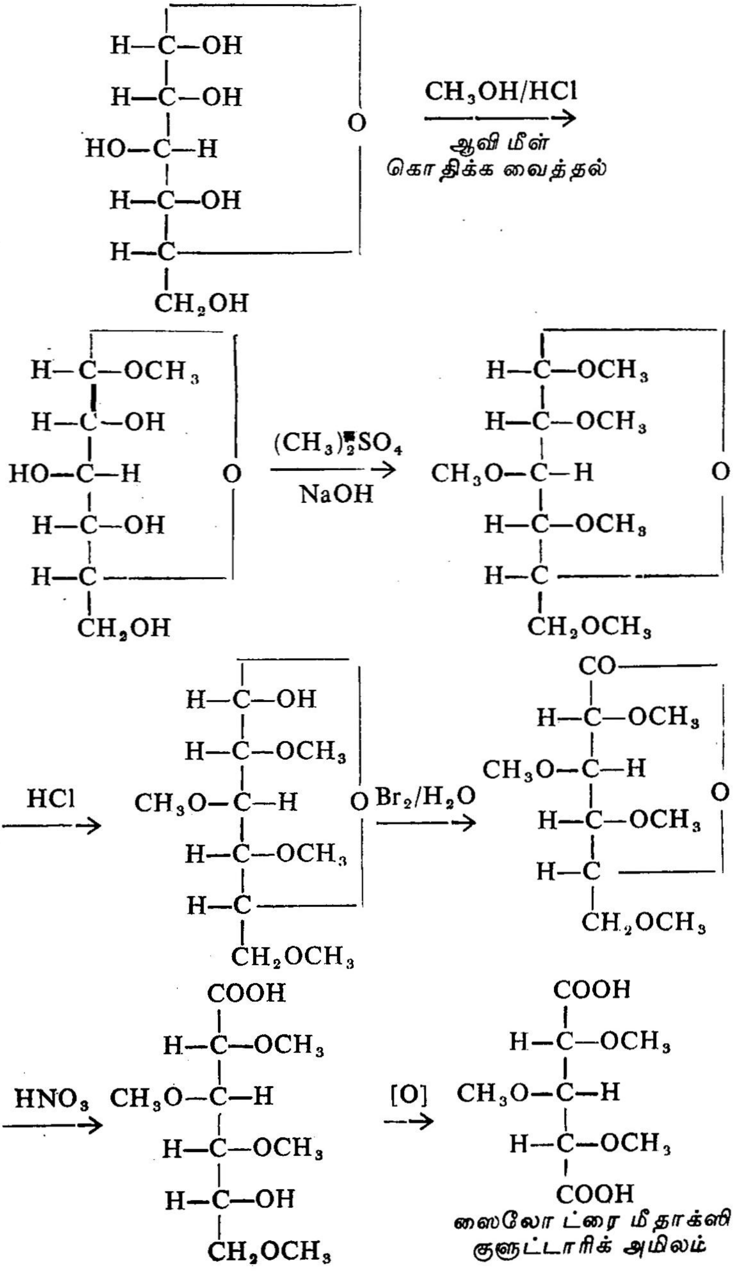
(1) மெத்திலேற்ற முறை; (2) பெர் அயோடிக் அமிலம் முறை (Per iodic acid)

(1) மெத்திலேற்ற முறை

மெத்தில் கிளைக்கோசைடு பல வழிகளில் முழுமையாக மெத்திலேற்றப்படுகிறது. புர்டீஸ் முறையில் (Purdies method) மெத்தில் அயோடைடும், உலர்ந்த வெள்ளி ஆக்ஸைடு அல்லது தாலஸ் ஹைடிராக்ஸைடும் (Thallous hydroxide) மெத்திலேற்றப் பயன்படுகிறது. ஹாவொர்த் முறையில் டை மெத்தில் சல்பேட்டும் (Di methyl sulphate), சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடும் சேர்ந்த கலவையைச் சர்க்கரைக் கரைசலில் சிறிது சிறிதாகச் சேர்த்துக் கலக்கினல் மெத்திலேற்றப்பட்ட சர்க்கரை கிடைக்கும். டையஸோ மிதேன் அல்லது சோடியம் மெத்தில் அயோடைடு கரைந்த திரவ அம்மோனியா ஆகியவற்றையும் மெத்திலேற்றும் வினைப்பொருளாகப் பயன்படுத்தலாம்.

மெத்திலேற்றப்பட்ட சர்க்கரையை நீர்த்த ஹைடிரோ குளோரிக் அமிலம் கொண்டு நீராற் பகுத்தால், கிளைக்கோஸிடிக் மெத்தில் தொகுதி மட்டும் நீக்கப்படுகிறது. டெட்ரா மெத்தில்-D-கிளைக்கோஸைடு கிடைக்கின்றது. புரோமின் தண்ணீர் கொண்டு ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்தால், ஒரு லேக்டோன் கிடைக்கின்றது. லேக்டோனை நைட்ரிக் அமிலத்தால் திரும்பவும் ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்து, கிடைக்கக் கூடிய வினைப்பொருளின் (Products) அமைப்பிலிருந்து ஒற்றைச் சாக்கரைடின் வளைய அமைப்பைத் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

குளுக்கோஸை 1% ஹைடிரோ குளோரிக் அமிலம் கலந்த மெத்தனலில் (Methanol) ஆவிமீள் கொதிக்க வைத்தால் (Reflux) மெத்தில்-D-குளுக்கோஸைடு கிடைக்கிறது. மெத்தில் சல்பேட்டுக்கொண்டு மெத்திலேற்றப்பட்டால், மெத்தில்-டெட்ரா-O-மெத்தில்-D-குளுக்கோஸைடு (Methyl-tetra-O-Methyl-D-Glucoside) கிடைக்கிறது. இதைச் சிறிதளவு ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலம்கொண்டு நீராற்பகுத்தால், டெட்ரா-O-மெத்தில்-D-குளுக்கோஸைடு (Tetra-O-Methyl-(D)-Glucoside) உண்டாகிறது. இச் சேர்மத்தை நீரில் கரைத்து 90°C வெப்ப நிலையில் புரோமின் நீரால் ஆக்ஸிஜனேற்றமுறச் செய்தால் லேக்டோன் கிடைக்கிறது. லேக்டோனை நைட்ரிக் அமிலத்தால் ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்யும்பொழுது ஸைலோ ட்ரை மீதாக்ஸி குளுட்டாரிக் அமிலம் (Xylo trimethoxy glutaric acid) உண்டாகிறது.

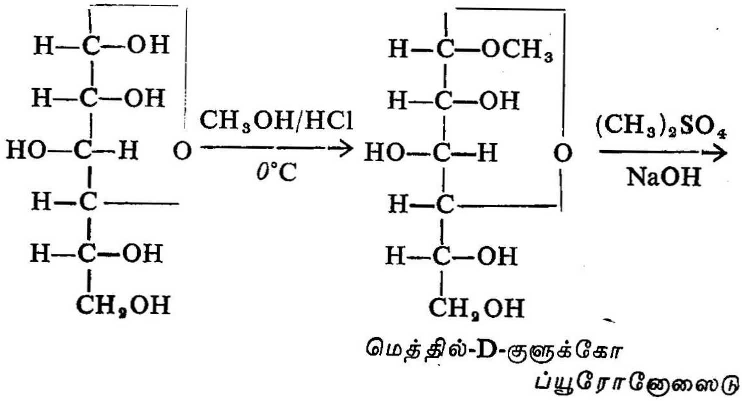

CH$_3$OH/HCl
ஆவி மீள் கொதிக்க வைத்தல்
(CH$_3$)$_2$SO$_4$
NaOH
HCl
Br$_2$/H$_2$O
HNO$_3$
[O]
ஸைலோ ட்ரை மீதாக்ஸி குளுட்டாரிக் அமிலம்

ஸைலோ ட்ரை மீதாக்ஸி குளுட்டாரிக் அமிலத்திலுள்ள இரு கார்பாக்ஸில் தொகுதிகளும் (Carboxyl) வளைய அமைப்பில் பங்கு கொள்கின்றன. ஆகவே, குளுக்கோஸிலுள்ள வளையம் *1, 5*-ஆக்ஸைடு வளையமாக இருக்க வேண்டுமென அறிகிறோம்.

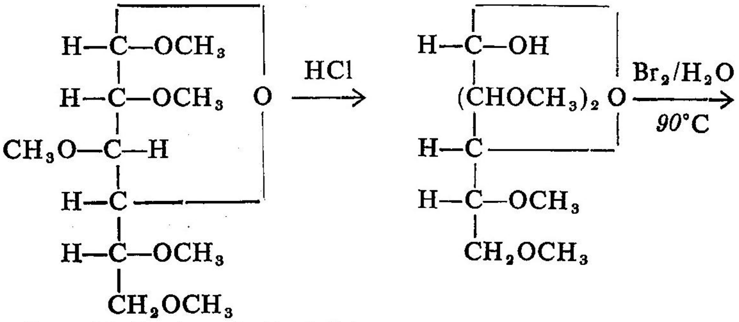
1, 4-ஆக்ஸைடு வளையம்

பிஷர் (Fisher) என்பவர் *1914*ஆம் ஆண்டில் (D)+குளுக்கோஸைச் சிறிதளவு ஹைடிரோகுளோரிக் (1%) அமிலம் கலந்த மெத்தனலில் கரைத்து, அக்கரைசலை 0°C வெப்ப நிலையில் வைத்திருந்தால் பாகு போன்ற திரவம் (Syrup) கிடைக்கிறது என்பதைக் கண்டறிந்தார். இது *1,4*-வளைய அமைப்புக் கொண்டு இருக்கிறது எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இத்திரவம் மெத்தில்-α-குளுக்கோ ப்யூரேனோஸைடும், மெத்தில்-β-குளுக்கோ ப்யூரேனோஸைடும் கலந்த கலவையாகும்.

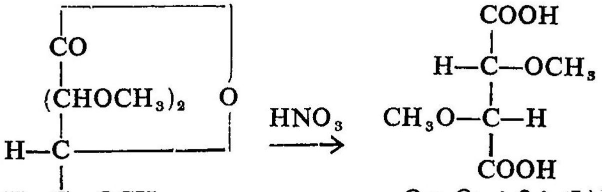
இக்கலவையை மெத்திலேற்றம் செய்து, ஹைடிரோ குளோரிக் அமிலம் கொண்டு நீராற் பகுத்து, புரோமின் நீரால் ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்து, பின்பு நைட்டிரிக் அமிலம் கொண்டு திரும்பவும் ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்தால், கடைசியாக இரு மெத்தில்-D-டார்ட்டாரிக் அமிலத்தைக் (Di-methyl-D-tartaric acid) கொடுக்கின்றது. இதிலிருந்து குளுக்கோஸ், *1, 4*-வளைய அமைப்புக் கொண்டுள்ளது எனத் தெரிகிறது.



மெத்தில்-D-குளுக்கோ ப்யூரோனோஸைடு
(Methyl-D-Glucopuronoside)



மெத்தில் டெட்ரா-O-மெத்தில்-D-குளுக்கோ ப்யூரோனோசைடு



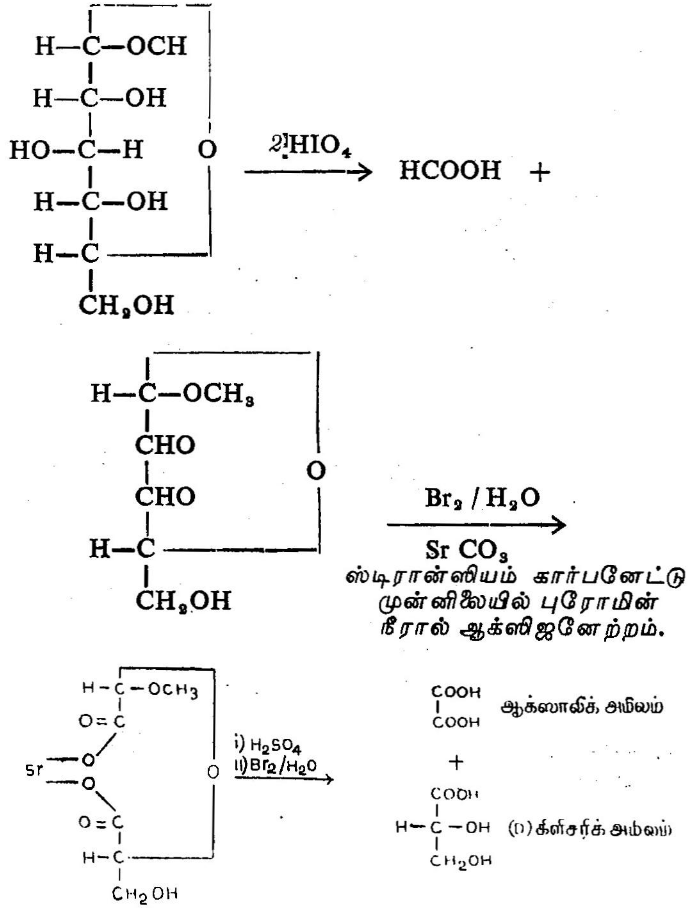
இரு மெத்தில்-(L)-டார்ட்டாரிக் அமிலம்

மெத்தில்-D-குளுக்கோஸைடு 0°C வெப்ப நிலையில் தயாரிக்கப்பட்டால், அது 1, 4-வளைய அமைப்பைக் கொண்டுள்ளது எனத் தெரிகிறது. மெத்தில் குளுக்கோஸைடை ஆவிமீளக் கொதிக்க வைத்தல் முறையில் தயாரித்தால், அது 1, 5-வளைய அமைப்பைக் கொண்டுள்ளது என்று சோதனைகளால் அறிகின்றோம். சாதாரண வெப்ப நிலையில் D-(+)-குளுக்கோபைரனோஸ் (1, 5-வளைய அமைப்பு) அதிக அளவில் காணப்படுகின்றது என்று பல புதிய சோதனைகளால் தெரியவந்துள்ளது.

(2) பெர் அயோடிக் அமிலமுறை (Per iodic acid method)

கார்போஹைடிரேட்டுகளின் வளைய அமைப்புகளை அறிந்து கொள்வதில் பெர் அயோடிக் அமிலம் பெரும் பயன்படுகிறது. ஆக்ஸிஜனேற்றம் நடைபெறும்பொழுது, பங்கு கொள்ளும் பெர் அயோடிக் அமிலம், உண்டாகும் பார்மால்டிஹைடு (Formaldehyde), பார்மிக் அமிலம் (Formic acid) முதலியவை அளவறியப்படுகின்றன. கிடைக்கும் மற்றச் சேர்மங்களின் அமைப்புகளிலிருந்து, கார்போஹைடிரேட்டின் வளைய அமைப்புகளைத் தெரிந்து கொள்கிறோம்.

ஹட்சன் (Hudson) (*1937*) மெத்தில்-(D)+குளுக்கோஸைடை இரண்டு கிராம் மூலக்கூறுகள் (Moles) பெர்அயோடிக் அமிலம் கொண்டு ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்தார். பார்மிக் அமில மூலக்கூறு ஒன்றும், டை ஆல்டிஹைடு மூலக்கூறு ஒன்றும் கிடைக்கப் பெற்றன. டைஆல்டிஹைடு கீழ்க் கண்ட வினைகளுக்கு உட்பட்டால் கடைசியாக ஆக்ஸாலிக் அமிலமும், கிளிசரிக் அமிலமும் கிடைக்கின்றன.



குளுக்கோஸ் *1, 5*-வளைய அமைப்புக் கொண்டுள்ளதால், மேற்கூறிய சேர்மங்கள் உண்டாகின்றன. இதே முறையில் மற்ற ஆல்டோஸ்களின் வளைய அமைப்புகளும் தெரிந்துகொள்ளலாம்.

(3) லேக்டோன் உண்டாகும் விதம்

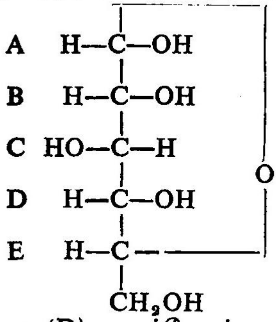
மெத்தில் ஏற்றம் செய்யப்பட்ட லேக்டோன்களின் நீராற் பகுபடும் வேகத்தைக் (Rate of hydration) கொண்டு, எந்த வகையான லேக்டோன்கள் எனத் தெரிந்து கொள்ளலாம். மெத்தில் ஏற்றம் செய்யப்பட்ட δ-லேக்டோன்களின் நீராற் பகுபடும் வேகத்தைவிட γ-லேக்டோன்களின் நீராற் பகுபடும் வேகம் அதிகமாக இருக்கிறது என ஹாவொர்த் கண்டுபிடித்துள்ளார். δ-லேக்டோன் நீராற் பகுக்கும்பொழுது முழுமையாக அமிலம் ஆகிவிடுகிறது. ஆகவே, கார்போஹைடிரேட்டுகளின் மெத்தில் ஏற்றம் செய்யப்பட்ட லேக்டோன் எளிதாக நீராற் பகுபட்டால், அது δ-லேக்டோனாகும். ஆகவே, அந்தச் சர்க்கரை 1, 5-ஆக்ஸைடு வளைய அமைப்புக் கொண்டிருக்க வேண்டும். குளுக்கோஸ் δ-லேக்டோனைக் கொடுக்கிறது. இதன் நீராற் பகுபடும் வேகம் அதிகம். ஆகவே, குளுக்கோஸ் 1, 5-ஆக்ஸைடு வளைய அமைப்பு என அறிகிறோம்.

முதல் கார்பன் அணுவின் புறஅமைப்பு (Configuration of C_1 atom)

α-கடைஅணுமாற்றில் முதல் கார்பன் அணுவின் ஹைடிரஜன் அணு இடப்புறமாகவும், ஹைடிராக்ஸில் தொகுதி வலப்புறமாகவும் இருக்கின்றன. β-கடைஅணுமாற்றில் இது மாறுபட்டிருக்கிறது. இந்த ஐசோமெர்களைக் கண்டுபிடிப்பதற்குப் பல முறைகள் கையாளப்படுகின்றன.

(1) ஹட்சன் ஒழுங்குமுறை (Hudson rule)

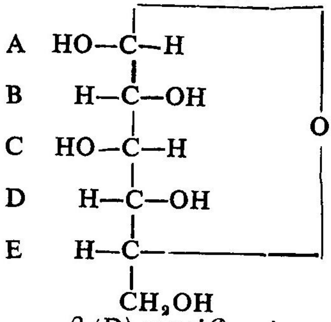
சமச் சீர்மையிலடங்காக் கார்பன் அணுக்களின் ஒளி சுழற்சி (Optical rotation) கூட்டுத் தொகை, கார்போஹைடிரேட்டின் மூலக்கூறு சுழற்சிக்கு (Molecular rotation) (M) சமமாக இருக்கிறது. இது ஹட்சன் ஒழுங்குமுறை எனக் கூறப்படுகிறது.



α-(D)-குளுக்கோஸ்

$M\alpha = A+B+C+D+E$

(மூலக்கூறு சுழற்சி)



β-(D)-குளுக்கோஸ்

$M\beta = A+B+C+D+E$

A, B, C, D, E ஆகியவை C_1, C_2, C_3 C_4, C_5 கார்பன் அணுக்களின் ஒளிச் சுழற்சி அளவுகள். ஆகவே, α-கடை அணுமாற்றில் மூலக்கூறு சுழற்சி β-கடை அணுமாற்றைவிட அதிகம்.

α-(D)-	குளுக்கோஸ்	+113°C	ஹைடிரஜன்	இடப்புறம்
β-(D)-	குளுக்கோஸ்	+19·2°C	,,	வலப்புறம்
α-(D)-	ஃபிரக்டோஸ்	—20°C	,,	இடப்புறம்
β-(D)-	ஃபிரக்டோஸ்	—133°C	,,	வலப்புறம்

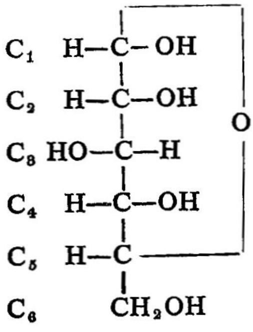
(2) β-குளுக்கோஸ் மூலக்கூற்றின் ஒளிவிலகல் (Molecular refraction) α-குளுக்கோஸ் ஒளிவிலகலைவிட அதிகம் என்பதை ரூபிஸ் கண்டறிந்தார். இதிலிருந்து முதல் கார்பன் அணுவின் புற அமைப்பை அறிந்து கொள்ளலாம்.

ஹாவொர்த் வாய்பாடு

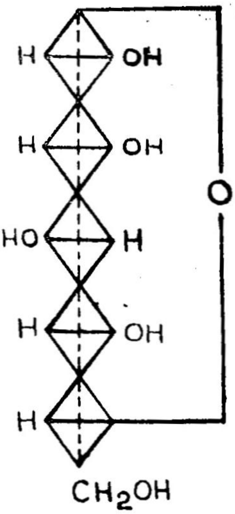
ஹாவொர்த் (Haworth) என்பவர் சாக்கரைடுகளின் அமைப்பைப் பைரான் (Pyran) வளையத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு அறுகோண உருவமுள்ளதாக எழுதலாம் என்று கூறினர்.

வழக்கிலுள்ள சமதளப் படங்கள் (Conventional plane diagrams) அறுகோண அமைப்புள்ள படங்களாகக் கீழ்க்கண்டவாறு எழுதலாம்.

(D)-குளுக்கோபைரனேஸ் வளைய அமைப்பை, நான்முகி (Tetrahedral) அமைப்பாக முதலில் வரைந்து கொள்வோம்.

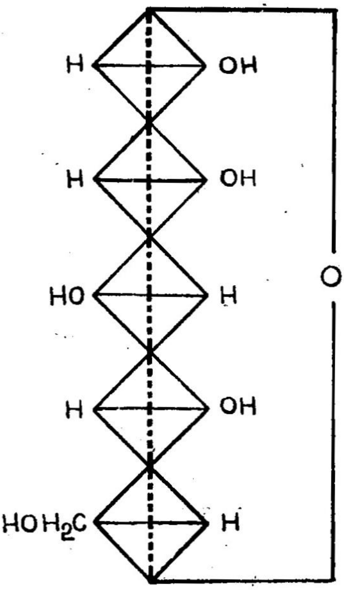


படம் 1

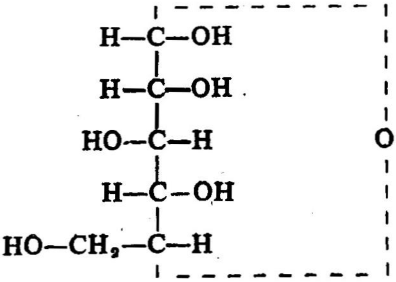


படம் 2

படம் 2-ல், C_1-கார்பன் அணுவுடன் ஆக்ஸைடு வளையம் காகிதத் தளத்திற்கு (Plane of paper) அடியிலிருந்தும், C_5-கார்பன் அணுவுடன் காகிதத் தளத்திற்கு மேலிருந்தும் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது எனத் தெரிகிறது. இந்த நான்முகி அமைப்பைச் சற்றுச் சுழற்றினால் கீழே காட்டப்பட்டுள்ளது போல அமைகிறது. இப்பொழுது ஆக்ஸைடு வளையம் காகிதச் சமதளத்திற்குச் செங்குத்தாக அமைகிறது.

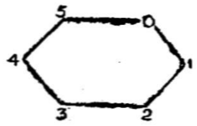


படம் 3

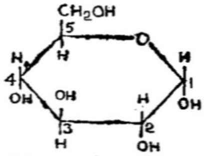


படம் 4

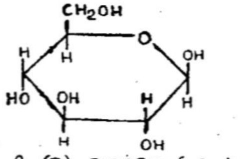
இந்த அமைப்புக் கொண்டு ஹாவொர்த் அமைப்பை எளிதாக வரைந்துவிடலாம்.



பைரன்
(Pyran)



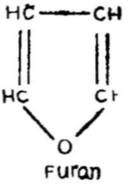
α-(D) – குளுக்கோ பிரனேஸ்
(Glucophyranose)

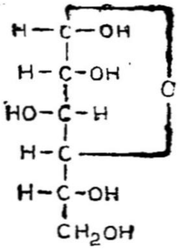


β -(D) – குளுக்கோ பிரனேஸ்

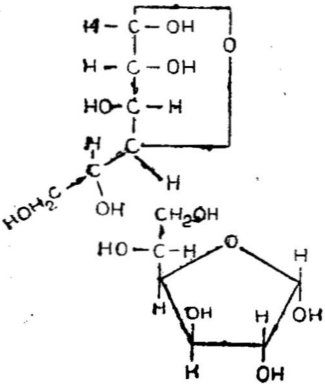
படம் 4-ல் இடப்புறமுள்ள அணு அல்லது தொகுதி பைரோனேஸ் அமைப்பிற்கு மேலேயும், வலப்புறமுள்ள அணு அல்லது தொகுதி கீழேயும் இடம் பெறுகின்றன.

இதே போன்று, α-குளுக்கோப்யூரனேஸ் அமைப்பை ப்யூரான் வளையத்தை (Furan ring) அடிப்படையாகக் கொண்டு ஹாவொர்த் எழுதியுள்ளார்.

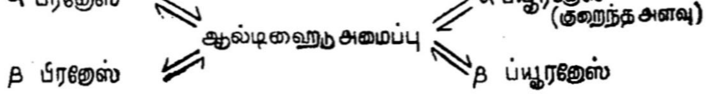




α-(D)–குளுக்கோ
ப்யூரோனேஸ்
[Glucofuranose]



பொதுவாக ஆல்டோஹெக்ஸோஸ் படிகங்கள் பைரனேஸ் அமைப்பில் இருக்கின்றன. சர்க்கரைக் கரைசலில் கீழ்க் கண்டவாறு சமநிலை அடைகிறது.



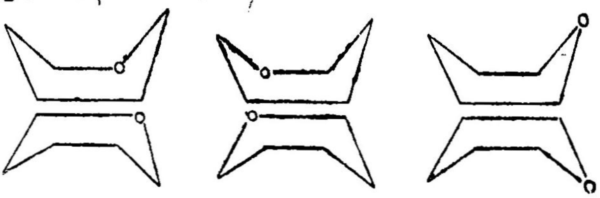
குளுக்கோஸின் வடிவ வசப் பகுப்பாய்வு (Conformational analysis of glucose)

பைரனேஸ் வளைய அமைப்புகளை இரண்டு குறிச்சி (Chair) வடிவ வச அமைப்பிலும், ஆறு படகு (Boat) வடிவ வச அமைப்

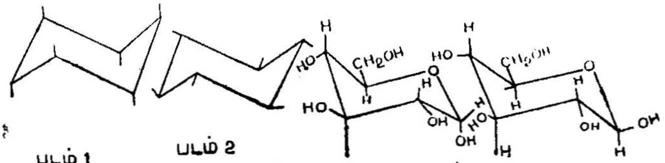
பிலும் எழுதலாம். ரீவிஸ் (Reeves) என்பவர் அந்த எட்டு அமைப்புகளையும் தந்துள்ளார்.

சேர் அமைப்பு

படகு அமைப்பு



X-கதிர் விளிம்பு வளைவு (Xray diffraction) மூலம் குளுக்கோஸ் குறிச்சி வச அமைப்பு (I) கொண்டிருக்கிறது எனத் தெரிகிறது.



படம் 1 குத்துவச இணைப்பு

படம் 2 பக்கவச இணைப்பு

α-(D)-குளுக்கோஸ்

β-(D) குளுக்கோஸ்

α-கடை அணுமாற்றில் C_1-ஹைடிரஜன் அணு பக்க வச இணைப்பில் உள்ளது. ஹைடிராக்ஸில் தொகுதி குத்துவச இடத்தில் (Axial portion) உள்ளது. β-கடை அணுமாற்றில் ஹைடிராக்ஸில் தொகுதி பக்க வச (Equtorial) இடத்தில் உள்ளது. எல்லா ஹைடிராக்ஸில் தொகுதிகளும் இங்குப் பக்க வச இடத்தில் உள்ளன.

படம் 1-ல் உள்ள இணைப்புகள் குத்துவச இணைப்புகள் எனப்படும். அஃதாவது, மேல்நோக்கியும் கீழ்நோக்கியும் உள்ள இணைப்புகள், ஆக்ஸியல் இணைப்பு எனப்படும். படம் 2-ல் உள்ள இணைப்புகள் பக்க வச இணைப்புகளாகும். இங்கு இணைப்புகள் பக்கவாட்டை நோக்கியபடி இருக்கின்றன மூலக்

கூற்றின் மத்திய அச்சுக்கு (Centre of axis) இணையாக (Parallel) உள்ள இணைப்புகள் எல்லாம் குத்து வச இணைப்புகள் எனக் கூறப்படுகின்றன. மத்திய அச்சுக்குச் செங்குத்தாக இருக்கும் இணைப்புகள் பக்க வச இணைப்புகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

வினாக்கள்

(1) குளுக்கோஸின் அமைப்புப் பற்றி ஒரு கட்டுரை எழுது

(2) சிறு குறிப்பு வரைக:—

(i) குளுக்கோஸின் புற அமைப்பு.

(ii) குளுக்கோஸின் வடிவ வச அமைப்பு.

5. D-(—)-ஃபிரக்டோஸ்

ஃபிரக்டோஸ் (கீட்டோஹெக்ஸோஸ்)

இதன் மூலக்கூறு வாய்பாடு $C_6H_{12}O_6$. இதன் உள்ளமைப்பு வாய்பாடு

$$\begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ C{=}O \\ | \\ (CHOH)_3 \\ | \\ CH_2OH \end{array}$$

இஃது இனிப்பான பழச்சாறு, தேன், கரும்புச் சர்க்கரை, இனுலின் ஆகிய பொருட்களில் உள்ளது.

தயாரிப்பு முறை

(*1*) கரும்புச் சர்க்கரை நீர்த்த கந்தக அமிலத்தினால் நீராற் பகுக்கப்படும்பொழுது குளுக்கோஸும், ஃபிரக்டோஸும் கிடைக்கின்றன.

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \longrightarrow \underset{\text{குளுக்கோஸ்}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{ஃபிரக்டோஸ்}}{C_6H_{12}O_6}$$

வினைபுரியாத அமிலம், பேரியம் கார்பனேட்டுக் கொண்டு பிரித்து எடுக்கப்படுகிறது. வடிநீரில் உள்ள குளுக்கோஸும், ஃபிரக்டோஸும் அதிக அளவில் சுண்ணும்புடன் (Lime) சேர்ந்து கால்சியம் குளுக்கோஸேட்டு, கால்சியம் ஃபிரக்டோஸேட்டு ஆகியவற்றைக் கொடுக்கின்றன. கால்சியம் ஃபிரக்டோஸேட்டுத் தண்ணீரில் குறைந்த கரைதிறன் கொண்டது. படிகமாக்கிப் பகுத்தல் (Fractional crystellisation) முறையில் இவை பிரிக்கப்படுகின்றன. கால்சியம் ஃபிரக்டோஸேட்டுக் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடுடன்

வினைபுரிந்து ஃபிரக்டோஸ், கால்சியம் கார்பனேட்டு ஆகியவற்றைக் கொடுக்கின்றது. வடிகட்டப்பட்டுக் குறைந்த அழுத்தத்தில் கரைசல் அடர்வாக்கப்படுகிறது. ஃபிரக்டோஸ் படிகமாகக் கிடைக்கிறது.

$$C_6H_{12}O_6.CaO \longrightarrow C_6H_{12}O_6+CaCO_3$$

(Calcium fructosate)

(2) இனுலின் (Inulin) என்ற மாவுப் பொருள் (Starch) நீர்த்த கந்தக அமிலத்துடன் சூடுபடுத்தும்பொழுது நீராற் பகுக்கப்பட்டு ஃபிரக்டோஸைக் கொடுக்கிறது.

$$(C_6H_{10}O_5)n+nH_2O \xrightarrow{dil.H_2SO_4} C_6H_{12}O_6$$

(இனுலின்) ஃபிரக்டோஸ்

பௌதீகப் பண்புகள்

இது வெண்மையான படிகம். சர்க்கரைகளில் மிக இனிப்பானது ஃபிரக்டோஸ்தான். இது நீரிலும், ஆல்கஹாலிலும் கரைகிறது. ஒருமுகப் படுத்தப்பட்ட ஒளி அலைகளை இடப்புறமாகச் சுழற்றும் தன்மையுடையது.

வேதியியல் பண்புகள்

ஃபிரக்டோஸ் பல ஹைடிராக்ஸில் தொகுதிகள் கொண்ட கீட்டோன்.

1. **ஒடுக்கம்:** சோடியம் ரசக் கலவை நீர் கொண்டு ஒடுக்கும்பொழுது, சார்பிட்டாலைக் கொடுக்கிறது.

$$CH_2OH—CO—(CHOH)_3—CH_2OH \longrightarrow$$

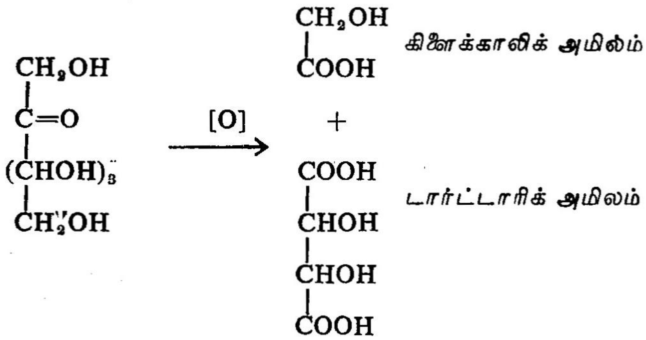
ஃபிரக்டோஸ்

$$CH_2OH—CHOH—(CHOH)_3—CH_2OH$$

சார்பிட்டால்

(Sorbitol)

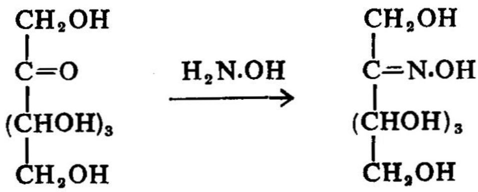
2. **ஆக்ஸிஜனேற்றம்:** நைட்ரிக் அமிலம் கொண்டு ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்தால், டார்ட்டாரிக், கிளைக்காலிக் ஆகிய இரண்டு அமிலங்களைக் கொடுக்கிறது.



ஃபிரக்டோஸ் பெலிங் கரைசல், டோலன் வினை ஆகியவற்றை ஒடுக்குகிறது.

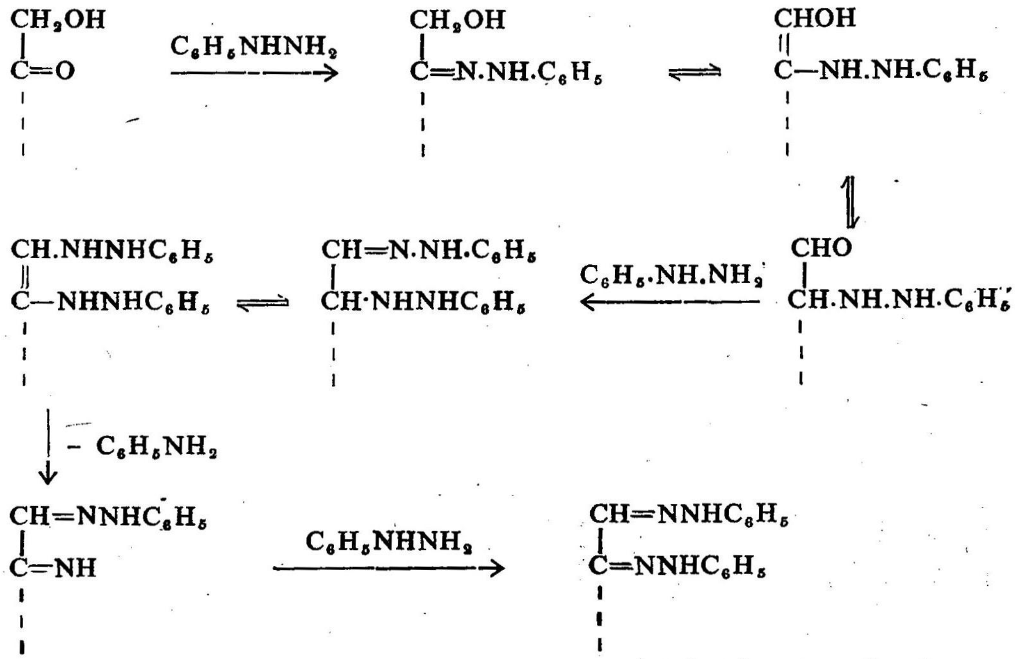
3. **சேர்க்கை வினை:** ஹைடிரஜன் சைனைடுடன் ஃபிரக்டோஸ் சைனோஹைடிரின் உண்டாகிறது.

4. **சுருக்கம்:** ஃபிரக்டோஸ் ஹைடிராக்சில் அமைனுடன் சேர்ந்து ஃபிரக்டோஸ் ஆக்ஸைம் (Fructose oxime) கொடுக்கிறது.



ஃபினைல் ஹைடிரஸீனோடு, ஃபிரக்டோஸ் ஓசசோனைக் கொடுக்கிறது. குளுக்கோஸும், ஃபிரக்டோஸும் ஒரே ஓசசோனைக் கொடுக்கின்றன.

ஓசசோன் உண்டாகும் விதம் (வேகண்ட் வழி முறை)



ஃபிரக்டோஸ் ஓசசோன்

5. **அசெட்டைலேற்றம்** (Acetylation) : ஃபிரக்டோஸ் அசெட்டிக் நீரிலியுடன் (Acetic anhydride) வினைபுரிந்து பென்டா அசெட்டைல் ஃபிரக்டோஸைக் கொடுக்கிறது.

$$\begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ C{=}O \\ | \\ (CHOH)_3 \\ | \\ CH_2OH \end{array} + 5(CH_3CO)_2O \longrightarrow C_6H_7O(OAc)_5$$

(6) குளுக்கோஸ் போன்று, ஃபிரக்டோஸ் மெத்தனலுடன் மெத்தில் ஃபிரக்டோஸைடையும், உலோக ஹைடிராக்ஸைடுகளுடன் ஃபிரக்டோஸேட்டையும் (Fructosate) கொடுக்கிறது. நொதித்தல் முறையில், 'ஈஸ்ட்' உடன் சேர்ந்து எத்தில் ஆல்கஹாலைத் தருகிறது.

(7) சிறிதளவு ரெசார்சினலுடன் (Resorcinal) ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலம் உடனிருக்கப் பிரக்டோஸைச் சூடுபடுத்தச் செம்பழுப்பு நிறமுள்ள வீழ்படிவு உண்டாகிறது.

பயன்

நீரிழிவு நோயுள்ளவர்கள் கரும்புச் சர்க்கரைக்குப் பதிலாக ஃபிரக்டோஸ் பயன்படுத்தலாம்.

ஃபிரக்டோஸின் அமைப்பு (Structure of fructose)

(1) பண்பறி பகுப்பின் மூலமும், பருமனறி பகுப்பின் மூலமும் ஃபிரக்டோஸின் மூலக்கூறு வாய்பாடு $C_6H_{12}O_6$ என அறிகிறோம்.

(2) குளுக்கோஸ் போன்று, ஃபிரக்டோஸை ஹைடிரஜன் அயோடைடு கொண்டு ஒடுக்கினால், n-ஹெக்ஸேன் (n-hexane) கிடைக்கிறது. ஆகையினால் ஃபிரக்டோஸிலுள்ள ஆறு கார்பன் அணுக்களும் ஒரு சங்கிலித் தொடரில் அமைந்திருக்கின்றன எனத் தெரிகிறது.

(3) குளுக்கோஸ் போன்று, இதில் ஐந்து ஹைடிராக்ஸில் தொகுதிகள் இருக்கின்றன. இவ் வைந்து ஹைடிராக்ஸில் தொகுதிகளும் ஐந்து வெவ்வேறு கார்பன் அணுக்களுடன் சேர்ந்திருக்கின்றன எனத் தெரிகிறது.

(4) ஹைடிராக்ஸில் அமைன், ஃபினைல் ஹைடிரசின், ஹைடிரஜன் சையனைடு ஆகிய சேர்மங்களுடன் ஃபிரக்டோஸ் சேருவதால், இதில் ஒரு கார்பனைல் தொகுதி (Carbonyl group) இருக்கிறது என அறிகிறோம்.

(5) ஃபிரக்டோஸ் ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடையும்பொழுது டார்ட்டாரிக், கிளைக்காலிக் ஆகிய அமிலங்களைக் கொடுக்கின்றது.

அஃதாவது, ஃபிரக்டோஸிலுள்ள கார்பன் அணுத்தொடர் சிறுமை யுறுகின்றது. ஆகவே, இதில் கீட்டோனுக்குரிய கார்பனைல் தொகுதி உள்ளது எனத் தெரிகிறது.

ஃபிரக்டோஸ் சயனோ ஹைட்ரின் நீராற் பகுக்கப்படும்பொழுது அமிலம் உண்டாகிறது. இந்த அமிலத்தை ஹைடிரஜன் அயோடைடு (HI) கொண்டு ஒடுக்கினால் மெத்தில் பியூட்டைல் அசெட்டிக் அமிலம் (Methyl butyl acetic aeid) உண்டாகிறது.

$$\begin{array}{l} H_3C-CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3 \\ \qquad\ | \\ \quad\ \ COOH \end{array}$$

ஆகவே, கீட்டோனுக்குரிய கார்பனைல் தொகுதி கார்பன் அணுத் தொடரில் இரண்டாவது உள்ளது என அறிகிறோம்.

ஆகவே, ஃபிரக்டோஸின் வாய்பாட்டை இவ்வாறு எழுதலாம்.

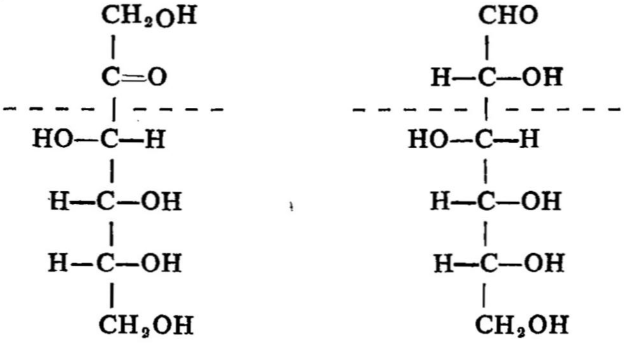
$$\begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ C=O \\ | \\ CHOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{array}$$

இவ் வமைப்பில் மூன்று சமச் சீர்மையிலடங்காக் கார்பன் அணுக்கள் இருப்பதால், எட்டு விதமான அமைப்புகள் எழுதலாம். அவற்றில் ஒன்று ஃபிரக்டோஸின் அமைப்பாகும்.

ஃபிரக்டோஸ் புற அமைப்பு (Configuration of Fructosc)

குளுக்கோஸின் புற அமைப்பிலிருந்து, ஃபிரக்டோஸ் அணுக்களில் ஹைடிரஜன், ஹைடிராக்ஸில் தொகுதி ஆகியவற்றின்

புற அமைப்பை அறிந்து கொள்கிறோம். இரண்டும் ஒரே ஓசசோனைத் தருவதால், முதல் இரு கார்பன் அணுக்களைத் தவிர மற்றக் கார்பன் அணுக்களின் அமைப்புப் பற்றித் தெரிந்து கொள்கிறோம்.



ஃபிரக்டோஸ் குளுக்கோஸ்

D-(+)-குளுக்கோஸிலிருந்து D-(—)-ஃபிரக்டோஸும், D-(—)-ஃபிரக்டோஸிலிருந்து D-(+)-குளுக்கோஸும் தயாரிக்க முடியும். அவ்வாறு மாறும்பொழுது முதல் இரு கார்பன் அணுக்கள் மட்டும் பாதிக்கப்படுகின்றன.

ஃபிரக்டோஸின் வளைய அமைப்பு

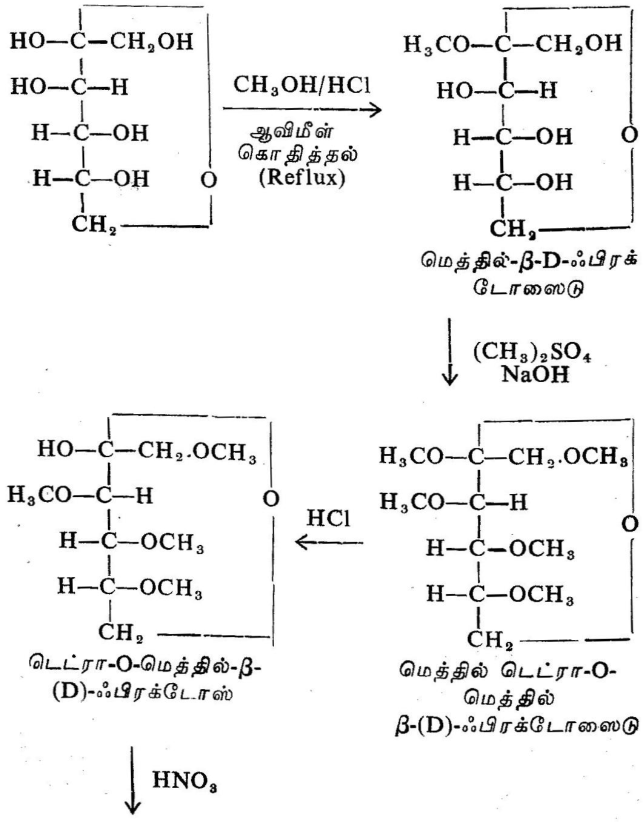
(1) குளுக்கோஸ் போன்று, ஃபிரக்டோஸ் சிறிதளவு ஹைடிரோ குளோரிக் அமிலம் கலந்த மெத்தனாலுடன், கனபரிமாண மாற்று ஆகிய (Stereoisomeric) மெத்தில் ஃபிரக்டோஸைடைக் கொடுக்கிறது.

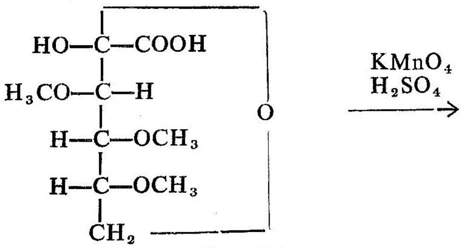
(2) ஃபிரக்டோஸ் சுழற்சி மாற்றம் (Mutarotation) கொள்கிறது. ஆகவே, ஃபிரக்டோஸ் வளைய அமைப்புக் கொண்டிருக்க வேண்டுமெனத் தெரிகிறது.

D-(—)-ஃபிரக்டோஸின் பைரனோஸ் அமைப்பு

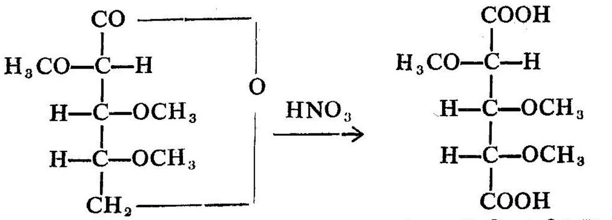
D-(—)-ஃபிரக்டோஸ் சிறிதளவு ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலம் கலந்த மெத்தனால் கரைசலில் ஆவிமீள் கொதிக்க வைத்தால், β-ஃபிரக்டோஸைடைக் கொடுக்கிறது. இது முழுமையாக மெத்திலேற்றப்பட்டால், மெத்தில் டெட்ரா-மெத்தில் ஃபிரக்டோஸைடைத் தருகின்றது. நீராற் பகுத்தால், டெட்ரா-மெத்தில்-(D)-

ஃபிரக்டோஸ் கிடைக்கின்றது. இதை நைட்ரிக் அமிலம் கொண்டு ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்து, பொட்டாசியம் பர்மாங்கனேட்டினால் கந்தக அமிலத்தின் முன்னிலையில் மறுபடியும் ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்தால், டெட்ராமெத்தில்-(D)-அராபினோ லேக்டோனைத் (Tetramethyl-(D)-arabino lactone) தருகிறது. இச் சேர்மத்தை மேலும் நைட்ரிக் அமிலம் கொண்டு ஆக்ஸிஜனேற்றம் பெறச் செய்தால் அராபினோ ட்ரை மீதாக்ஸி குளுட்டாரிக் அமிலம் கிடைக்கின்றது. ஆகையால், (D)-(—)-ஃபிரக்டோஸ் பைரனோஸ் அமைப்புக் கொண்டதாயிருக்கிறது எனத் தெரிகிறது.





3, 4, 5-ட்ரை மெத்தில்-
β-(D)-ஃபிரக்டியூரானிக் அமிலம்
(*3, 4, 5*-Trimethyl-β-(D)-
Fructuronic acid)

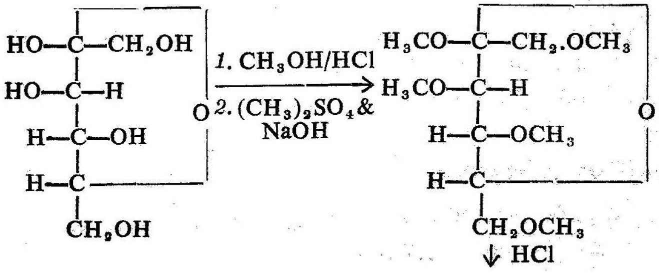


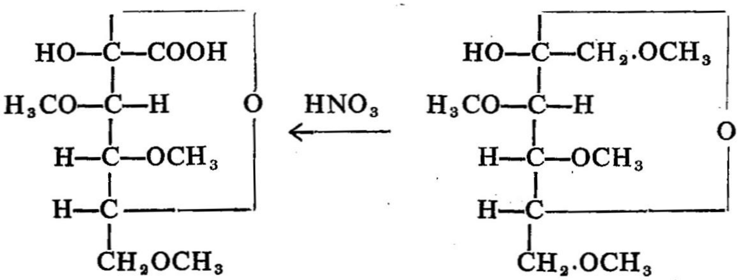
δ-லேக்டோன்

ட்ரை-O-மெத்தில்-D-
அரபினிக் அமிலம்

D-(—)-ஃபிரக்டோஸின் ப்யூரனோஸ் அமைப்பு

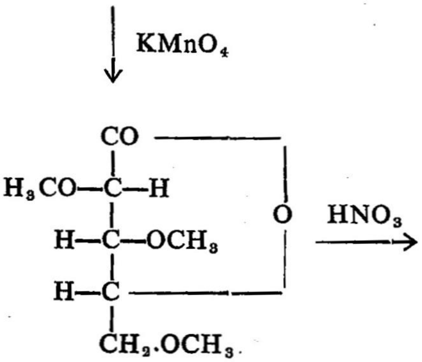
ஃபிரக்டோஸை ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலம் கலந்த மெத்தனாலில் கரைத்து 18°C வெப்ப நிலையில் வைத்திருந்த பின், பிரித்தெடுக்கப்பட்ட சேர்மம் மெத்தில்-β-(D)-ஃபிரக்டோப்யூரனோஸைடாகும் (Methyl-β-(D)-Fractofuranoside). *இச்சேர்மம் மேற்கூறிய வினைகளுக்கு உட்பட்டால் கடைசியாக டை மெத்தில்-D-டார்ட்டாரிக் அமிலம் கிடைக்கிறது.*



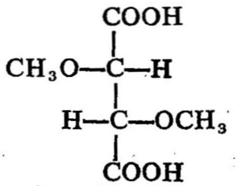


3, 4, 6-ட்ரை-O-மெத்தில்-
β-[D]-ஃபிரக்டியூரானிக் அமிலம்
(*3, 4, 6*-Tri-O-Methyl-β-[D]-
Fructuronic acid)

1, 3, 4, 6-டெட்ரா-O-மெத்தில்-
β-[D]-ஃபிரக்டோஸ்



2, 3, 5-ட்ரை-O-மெத்தில்-
D-அராபிேனா லேக்டோன்



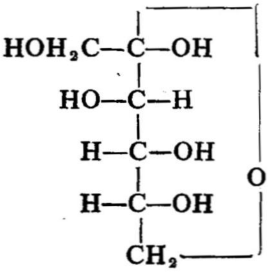
டை மெத்தில்-D-டார்ட்
டாரிக் அமிலம்

ஆகவே, ஃபிரக்டோஸ் ஐந்தணு வளையமாகவும் (*1, 4*-Oxide) இருக்கிறது எனத் தெரிய வருகிறது. சாதாரண வெப்பநிலையில் D-(—)-ஃபிரக்டோஸ் *1, 5*-ஆக்ஸைடு வளையமாக இருக்கிறது என எக்ஸ் கதிர் மூலம் நிரூபித்துள்ளார்கள்.

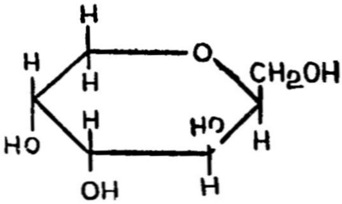
ஹாவொர்த் அமைப்பு

ஃபிரக்டோஸைப் பைரனோஸ் அல்லது ப்யூரனோஸ் அமைப்பாக ஹாவொர்த் எழுதியுள்ளார்.

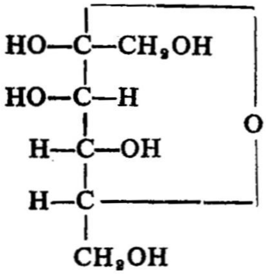
α-(D)-(—)- ஃபிரக்டோபைரனோஸ்

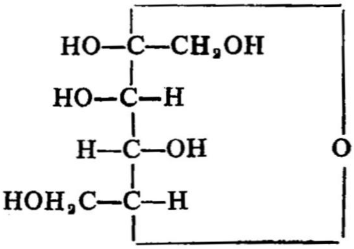


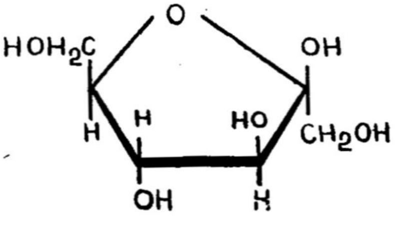
ஹாவொர்த் அமைப்பு



β-(D)-(—)-ஃபிரக்டோப்யூரனோஸ்







வினாக்கள்

(1) ஃபிரக்டோஸ் தயாரிக்கும் முறை பற்றி எழுதுக. அதன் பண்புகளை விவரி.

(2) ஃபிரக்டோஸ் அமைப்பைப் பற்றி ஒரு கட்டுரை வரைக.

6. இரட்டைச் சாக்கரைடுகள்
(Disaccharides)

இரண்டு ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளால் உண்டாக்கப்பட்ட கார்போஹைடிரேட்டுகளை இரட்டைச் சாக்கரைடுகள் எனக் கூறுகிறோம். இரண்டு ஒற்றைச் சாக்கரைடுகள் சேர்ந்து, கிளைக் கோஸடு இணைப்பை (Glycosidic link) உண்டாக்குகின்றன.

இவற்றின் பொதுவான வாய்பாடு $C_{12}H_{22}O_{11}$.

(உ-ம்) சுக்ரோஸ், மால்ட்டோஸ், லேக்டோஸ்.

சுக்ரோஸ் + நீர் ⟶ குளுக்கோஸ் + ஃபிரக்டோஸ்

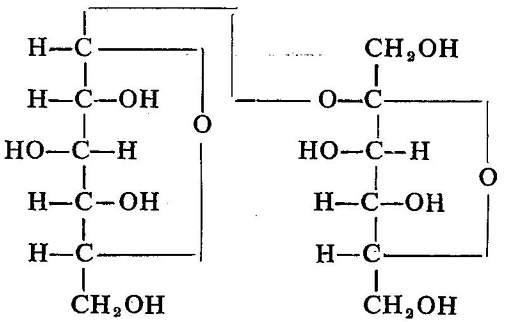
மால்ட்டோஸ் + நீர் ⟶ குளுக்கோஸ் + குளுக்கோஸ்

லேக்டோஸ் + நீர் ⟶ குளுக்கோஸ் + கேலக்டோஸ்

இரட்டைச் சாக்கரைடுகள் இரு வகைப்படும்.

ஒடுக்காத சர்க்கரைகள் (Non-reducing sugars)

இரண்டு ஒற்றைச் சாக்கரைடுகள் அவற்றின் ஒடுக்கும் தொகுதிகளின் (கார்பனைல் தொகுதி) வழியே சேர்ந்து இருந்தால் கிடைக்கக் கூடிய சர்க்கரை ஒடுக்காத சர்க்கரைகள் (Non-reducing sugars) என அழைக்கப்படுகின்றன. ஒற்றைச் சாக்கரைடு களில் உள்ள கிளைக்கோஸைடு வழி ஹைடிராக்ஸில் (Glycosidic hydroxyl) தொகுதிகள் இரண்டு ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளையும் இணைப்பதில் பங்கு கொள்கின்றன.



α-D-குளுக்கோ பைரனோசைல்-β-D-ஃபிரக்டோப்யூரனோசைடு
(α-D-Glucopyranosyl-β-D-Fructofuranoside)

எடுத்துக்காட்டாகச் சுக்ரோஸில், குளுக்கோஸின் C_1-அணு, பிரக்டோஸின் C_2-அணுவோடு இணைகிறது. ஒடுக்காத சர்க்கரை பெலிங் கரைசலை (Fehling's solution) ஒடுக்குவதில்லை. சுழற்சி மாற்றம் கொடுப்பதில்லை. ஓசசோன் தருவதில்லை. பொதுவாகக் கிளைக்கோசைல் ஆல்டோசைடு (Glycosylaldosides) அல்லது கிளைக்கோசைல் கீட்டோசைடு என அழைக்கப்படுகிறது.

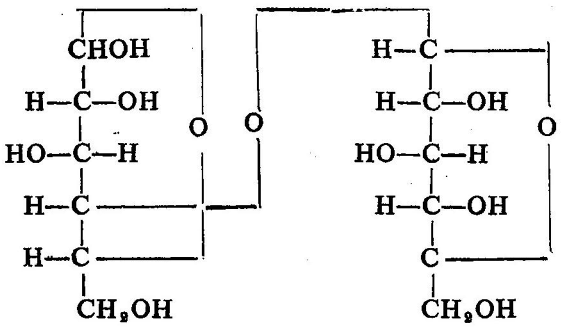
ஒடுக்கும் சர்க்கரைகள் (Reducing sugars)

இரண்டு ஒற்றைச் சாக்கரைடுகள் அவற்றின் ஒடுக்கும் தொகுதிகள் மூலம் இணையவில்லை என்றால், கிடைக்கக் கூடிய இரட்டைச் சாக்கரைடுகள் ஒடுக்கும் சர்க்கரைகள் எனக் கூறப்படுகின்றன. ஓர் ஒற்றைச் சாக்கரைடில் உள்ள கிளைக்கோசைடிக் ஹைடிராக்ஸில் தொகுதி, ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளை இணைப்பதில் பங்கு பெறுவதில்லை. ஒரு மூலக்கூற்றின் C_1-கார்பன் அணு மற்றொன்றின் C_4 அல்லது C_6-கார்பன் அணுவுடன் இணைக்கப்பட்டிருந்தால் ஒடுக்கும் சர்க்கரைகள் உண்டாகின்றன.

(உ-ம்) மால்ட்டோஸ் (Maltose), மெலிபையோஸ் (Melibiose), லேக்டோஸ் (Lactose)

இவை பெலிங் கரைசலை ஒடுக்குகின்றன. சுழற்சி மாற்றம் (Muterotation) கொள்கிறது. ஓசசோனைக் கொடுக்கிறது. பொதுவாகக் கிளைக்கோசைல் ஆல்டோஸ்கள் (Glycosyl aldoses), கிளைக்கோசைல் கீட்டோஸ்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

மால்ட்டோஸ்



4-O-α-[D]-குளுக்கோ பைரனோசைல்-D-குளுக்கோ பைரனோஸ்
(4-O-α-[D]-Glucopyranosyl-D-Glucopyranose)

சுக்ரோஸ் (கரும்புச் சர்க்கரை அல்லது பீட்ரூட் சர்க்கரை)

இது கரும்பிலும், பீட்ரூட்டிலும் இருக்கிறது.

தயாரிப்பு முறை

கரும்பு கனமான உருளைகளுக்கிடையே செலுத்தப்படும் பொழுது, கரும்புச் சாறு கிடைக்கிறது. கரும்புச் சாற்றில் 20% சுக்ரோஸ் இருக்கிறது. கரும்புச் சாற்றுடன் சுண்ணும்பைக் கலக்கினுல் அமிலச் சேர்மங்களும், கூழ்மப் பொருள்களும் (Collidal substances) நீக்கப்படுகின்றன. மீதமுள்ள சுண்ணும்பு, கார்பன் டை ஆக்ஸைடு செலுத்தப்படுவதன் மூலம் கால்சியம் கார்பனேட்டாக வீழ்படிவாகி நீக்கப்படுகிறது. வடிக்கப்பட்ட வடிநீரின் வழியாகச் சல்பர் டை ஆக்ஸைடு ஆவி செலுத்தப்படுவதால், அதன் நிறம் நீக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு பெற்ற தூய்மையான சாறு வெற்றிடத்தில் அடர்வாக்கப்படுகிறது. சுக்ரோஸ் படிகமாகக் கிடைக்கப்பெறுகிறது. எஞ்சியுள்ள திரவத்திலிருந்து (மொலாலெஸ்) ஆல்கஹால் தயாரிக்கப்படுகிறது.

பௌதிகப் பண்புகள்

சுக்ரோஸ் வெண்மையான படிகம். உருகுநிலை 180°C. நீரில் கரையக் கூடியது. ஒருமுகப்படுத்தப்பட்ட ஒளி அலைகளை இதன் கரைசல் வலப் புறமாக ஒளி சுழற்றும் தன்மையுடையது. சுழற்சி மாற்றம் கொள்வதில்லை.

வேதியியல் பண்புகள்

இஃது ஒடுக்கும் தன்மையற்ற சர்க்கரை (Non-reducing sugar). டோலன் வினைபொருள், பெலிங் வினைபொருள் ஆகியவற்றை ஒடுக்காது. ஹைடிராக்ஸில் அமைன், ஃபினைல் ஹைடிரசீன் ஆகியவற்றோடு முறையே ஆக்ஸைம், ஓசசோன் ஆகியவற்றைக் கொடுப்பதில்லை. இதைச் சூடேற்றும்பொழுது 'காரமெல்' (Caramel) என்ற பழுப்பு நிறப் பொருள் கிடைக்கிறது. மேலும் சூடேற்றினால், சர்க்கரைக் கரியைக் (Sugar charcoal) கொடுக்கிறது. 'காரமெல்' இனிப்புகள் தயாரிக்க உதவுகிறது.

(1) அடர் கந்தக அமிலம் சுக்ரோஸைக் கரிய நிறமாக்குகிறது. சுக்ரோஸ் மூலக்கூறு நீர்த்த கந்தக அமிலங் கொண்டு நீராற் பகுக்கப்படும்பொழுது குளுக்கோஸ் மூலக்கூறு ஒன்றும், ஃபிரக்டோஸ் மூலக்கூறு ஒன்றும் தருகிறது.

$$C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow[\text{dil}\cdot H_2SO_4]{H_2O} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

சுக்ரோஸ் (டெக்ஸ்ட்ரோ) (Dextro) — குளுக்கோஸ் (டெக்ஸ்ட்ரோ) — ஃபிரக்டோஸ் (லீவோ) (Laevo)

சுக்ரோஸும் குளுக்கோஸும் ஒருமுகப் படுத்தப்பட்ட ஒளி அலைகளை வலப் புறம் சுழற்றும் தன்மை வாய்ந்தவை. ஃபிரக்டோஸ் கரைசல் ஒருமுகப் படுத்தப்பட்ட ஒளி அலைகளை இடப் புறம் சுழற்றும் தன்மை உடையது. ஃபிரக்டோஸின் ஒளி சுழற்றும் தன்மை குளுக்கோஸின் ஒளி சுழற்றும் தன்மையைவிட அதிகம். இவ்வினையில் வலம்புரி ஒளிச் சுழற்சி யுள்ள சுக்ரோஸ் இடப் புற ஒளிச் சுழற்சியை யுடைய ஃபிரக்டோஸைக் கொடுக்கிறது. எனவே, இவ்வினை "சுக்ரோசின் இட வல மாற்றம்" (Inversion of cane sugar) என அழைக்கப்படுகிறது.

(2) சுக்ரோஸ் அடர் நைட்ரிக் அமிலம் கொண்டு ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடையும்பொழுது ஆக்ஸாலிக் அமிலம் கொடுக்கிறது.

$$C_{12}H_{22}O_{11} + 18[O] \xrightarrow{HNO_3} 6C_2H_2O_4 + 5H_2O$$

(3) சுக்ரோஸ் அசெட்டைல் குளோரைடு அல்லது அசெட்டிக் நீரிலியுடன் (Acetic anhydride) வினைபுரிந்து ஆக்டா அசெட்டைல் சுக்ரோஸைக் (Octa acetyl sucrose) கொடுக்கிறது. இதிலிருந்து சுக்ரோஸ் எட்டு ஹைடிராக்ஸில் தொகுதியைக் கொண்டிருக்கிறதென அறிகிறோம்.

(4) சுண்ணும்புடன், கால்சியம் சாக்கரேட்டு (Calcium saccharate) உண்டாகிறது.

$C_{12}H_{22}O_{11}CaO$

(5) சுக்ரோஸ் 'இன்வர்ட்டேஸ்' (Invertase) என்ற நொதியுடன் வினைபுரிந்து (நொதித்தல்), குளுக்கோஸ், ஃபிரக்டோஸ் ஆகிய ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளைக் கொடுக்கிறது.

$$C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow[\text{இன்வர்ட்டேஸ்}]{\text{Invertase}} \text{குளுக்கோஸ்} + \text{ஃபிரக்டோஸ்}$$

பயன்கள்

(1) இஃது ஓர் இனிப்பூட்டும் பொருளாகப் பயன்படுகிறது.
(2) சக்தியைக் கொடுக்க வல்லது.
(3) பழங்களைக் கெடாமல் பாதுகாக்கிறது.

இரட்டைச் சாக்கரைடுகளின் உள்ளமைப்பு (Structure)

இரட்டைச் சாக்கரைடுகளின் உள்ளமைப்புகளை அறியச் சில பொதுவான முறைகள் கடைப்பிடிக்கப் படுகின்றன

(1) இரட்டைச் சாக்கரைடு நீராற் பகுக்கப்பட்டு, கிடைக்கும் ஒற்றைச் சாக்ரைடுகள் யாவென அறிந்து கொள்ளப்படுகிறது. காகித வண்ணப் பகுப்பாய்வு (Paper chromotography) முறையில் ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளைப் பிரித்தெடுத்து, அவற்றை அறிந்து கொள்ளலாம்.

(2) ஒற்றைச் சாக்கரைடிலுள்ள எந்த ஹைடிராக்ஸில் தொகுதி, கிளைக்கோஸைடு (Glycosidic) இணைப்பிற்குப் பயன்படுகிறது என்பதைப் பல வழிகளில் அறிந்து கொள்கிரோம்.

(3) ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளின் வளைய அளவைத் (Ring size) தெரிந்து கொள்ளல் வேண்டும்.

(4) கிளைக்கோஸிடிக் இணைப்பு இரு வகைப்படும்.

α-கிளைக்கோசிடிக் இணைப்பு
β-கிளைக்கோசிடிக் இணைப்பு

இவற்றில் எந்த வகையான இணைப்பு என்பதைத் தெரிந்து கொள்ளல் வேண்டும். இதற்கு நொதிகள் கொண்டு நீராற் பகுத்தல் முறை பயன்படுகிறது. உதாரணமாக மால்ட்டேஸ் (Maltase) என்னும் நொதி α-கிளைக்கோசிடிக் இணைப்பையும், எமல்ஸின்

(Emulsin) என்னும் நொதி β-கிளைக்கோசிடிக் இணைப்பையும் நீராற் பகுக்கின்றன. ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளின் ஒளி சுழற்றும் தன்மைகளைக் கொண்டும், கிளைக்கோசிடிக் இணைப்பின் இயல்பைத் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

(5) கடைசியாக, இரட்டைச் சாக்கரைடுகளைத் தொகுப்பு முறையில் (Synthesis) தயாரித்து, அவற்றின் அமைப்பைத் தெரிந்து கொள்கிறோம்.

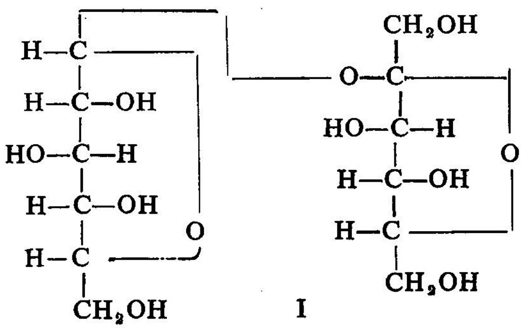
சுக்ரோசின் அமைப்பு

(1) இதன் மூலக்கூறு வாய்பாடு $C_{12}H_{22}O_{11}$. சுக்ரோஸ் நீராற் பகுக்கப்படும்பொழுது, D-(+)-குளுக்கோஸும், D-(—)-ஃபிரக்டோஸும் சம அளவில் கலந்த கலவையைத் தருகிறது. ஆகவே, குளுக்கோஸ், ஃபிரக்டோஸ் ஆகிய இரண்டு ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளையும் சேர்த்தால், நீரின் மூலக்கூறு ஒன்று இழந்து விடுகிறது; சுக்ரோஸ் மூலக்கூறு ஒன்று கிடைக்கிறது.

(2) சுக்ரோஸ் ஓர் ஒடுக்காத சர்க்கரை (Non-reducing sugar) ஆகும். ஆனல் குளுக் குளுக்கோஸும், ஃபிரக்டோஸும் ஒடுக்கும் சர்க்கரைகள் (Reducing sugar) ஆகும். எனவே சுக்ரோசிலுள்ள கிளைக்கோசிடிக் இணைப்பு, இரு சேர்மங்களிலும் உள்ள ஒடுக்கும் தொகுதிகளால் (Reducing groups) ஏற்படுத்தப் பட்டுள்ளன என அறிகிறோம்.

(3) சுக்ரோஸ் ஆக்டா அசெட்டைல் பெறுதியைக் கொடுப் பதால், எட்டு ஹைடிராக்சில் தொகுதியைத் தன்னகத்தே கொண்டிருக்கிறது.

ஆகவே, அதன் அமைப்பை இவ்வாறு எழுதலாம்.



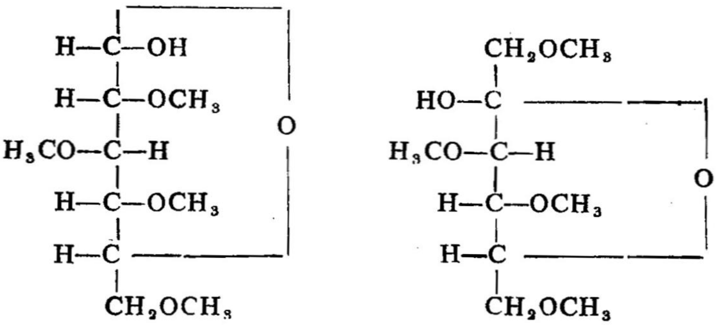
I

குளுக்கோசின் கார்பன்அணு 1-ல் உள்ள ஹைடிராக்சில் தொகுதியும், ஃபிரக்டோசின் கார்பன்அணு 2-ல் உள்ள ஹைடிராக்ஸில் தொகுதியும் இணைந்திருக்கின்றன. இந்த இணைப்பைக் கிளைக்கோசிடிக் இணைப்பு என்கிறோம்.

வளைய அளவு (Ring size)

சுக்ரோஸை முழுமையாக மெத்திலேற்றமுறச் செய்தால் ஆக்டா-O-மெத்தில் சுக்ரோஸ் (Octa-o-methyl sucrose) கிடைக்கிறது. இச் சேர்மத்தை நீர்த்த ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலம் கொண்டு நீராற் பகுத்தால் 2, 3, 4, 6-டெட்ரா-O-மெத்தில்-D-குளுக்கோஸும், 1, 3, 4, 6-டெட்ரா-O-மெத்தில்-D-ஃபிரக்டோஸும் கிடைக்கின்றன. இவ்விரு சேர்மங்களின் வேயிதியல் அமைப்பினை ஆக்ஸிஜனேற்ற முறையில் கண்டறியலாம். ஆகவே, சுக்ரோசிலுள்ள குளுக்கோஸ் பைரனோஸ் (Pyranose) உருவ அமைப்பிலும், ஃபிரக்டோஸ் ப்யூரனோஸ் (Furanose) உருவ அமைப்பிலும் இருக்கின்றன என்று தெரிகிறது. இரண்டு ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளும் எவ்வாறு இணைந்திருக்கின்றன என்பதையும் தெரிந்து கொள்கிறோம்.

$$C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow[\text{மெத்தில் (தொகுதி) ஏற்றம்} \quad \text{(ii) HCl}]{\text{(i) } CH_3I/NaOH}$$



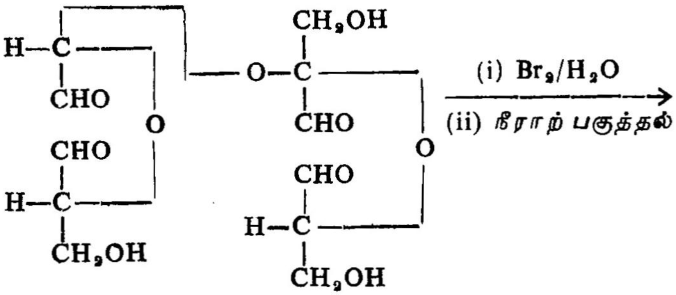
2, 3, 4, 6-டெட்ரா-O-மெத்தில்-D-குளுக்கோஸ்   1, 3, 4, 6-டெட்ரா-O-மெத்தில்-D-ஃபிரக்டோஸ்

சுக்ரோசிலுள்ள குளுக்கோஸ் 1, 5-ஆக்ஸைடு வளைவு அமைப்பும், ஃபிரக்டோஸ் 1, 4-ஆக்ஸைடு வளைய அமைப்பும் கொண்டுள்ளன எனத் தெரிகிறது.

அமைப்பு I சுக்ரோசின் அமைப்பாகும்

சுக்ரோசின் பெர் அயோடிக் அமிலம் ஆக்ஸிஜனேற்ற முறை (Per iodic acid oxidn. of sucrose) மேலே வரைந்துள்ள சுக்ரோசின் அமைப்பை உறுதிப்படுத்துகிறது. மூன்று மூலக் கூறு பெர்அயோடிக் அமிலம் பயன்படுகிறது. ஒரு மூலக்கூறு பார்மிக் அமிலம் (Formic acid) கிடைக்கிறது. கிடைக்கக்கூடிய இரண்டு ஆல்டிஹைடுச் சேர்மத்தைப் புரோமின் நீர் கொண்டு ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்து, பிறகு நீராற் பகுத்தால், கிளை ஆக்ஸாலிக் அமிலம், கிளிசரிக் அமிலம், ஹைடிராக்ஸி பைரியூவிக் அமிலம் ஆகிய சேர்மங்கள் கிடைக்கின்றன. சுக்ரோஸுக்கு மேலே உள்ள அமைப்பு இருந்தால்தான், இவ்வகையான அமிலங்கள் கிடைக்கும். ஆகவே, சுக்ரோசின் அமைப்பு உறுதி செய்யப்படுகிறது.

$$C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow{3HIO_4} HCOOH +$$



$COOH-CHO$
கிளை ஆக்ஸாலிக் அமிலம்
(Glyoxalic acid)

$CH_2OH-CO-COOH$
Hydroxypyruvic acid

$COOH-CHOH-CH_2OH$
கிளிசரிக் அமிலம்
(Glyceric acid)

$COOH-CHOH-CH_2OH$

கிளைக்கோசிடிக் இணைப்பு

சுக்ரோசில் கிளைக்கோசிடிக் இணைப்பின் புற அமைப்பு (Configuration) மாறுதல் கொண்ட நான்கு வகையான சேர்மங்கள் பின்வருமாறு:

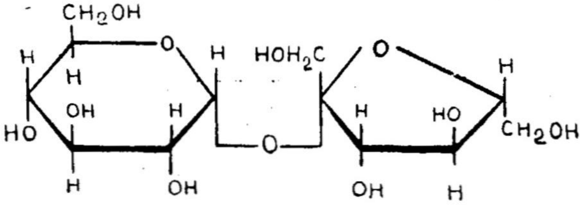
1) α-D-குளுக்கோபைரனோசைல்-α-(D)-ஃபிரக்டோப்யூரனோசைடு

2) α-D	,,	,,	β-(D)-	,,	,,
3) β-D	,,	,,	α-D	,,	,,
4) β-D	,,	,,	β-D	,,	,,

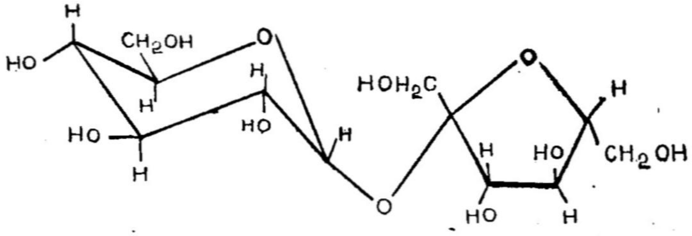
இவற்றில் சுக்ரோசில் இரண்டாவது வகையான அமைப்பு உள்ளது. மால்ட்டேஸ் சுக்ரோசை நீராற் பகுக்கிறது. இதன் நீராற் பகுக்கப்படும் வேகம் அதிகம். ஆகவே, α-D-குளுக்கோஸ் பகுதி சுக்ரோசில் இருக்கிறது எனத் தெரிகிறது. எமல்சின் என்ற நொதியும் சுக்ரோசை நீராற் பகுக்கிறது. இதன் வேகம் குறைவு. ஆகவே, β-(D)-ஃபிரக்டோஸ் பகுதி சுக்ரோசில் இருக்கிறது எனத் தெரிகிறது. ஆகவே, சுக்ரோஸ் என்பது α-D-குளுக்கோ-பைரனோசைல்-β-(D)-ஃபிரக்டோ ப்யூரனோசைடாகும்.

ஹட்சன் விதியும் இதன் அமைப்பை உறுதி செய்கிறது. பீவர் (Beever) என்பவர் 1947ஆம் ஆண்டில் சுக்ரோஸ் சோடியம் புரோமைடு டை ஹைடிரேட்டை X-கதிர் கொண்டு ஆராய்ந்து சுக்ரோஸ் மேற்கூறிய அமைப்பைப் பெற்றிருக்கிறதெனக் கூறியுள்ளார்.

ஹாவொர்த் அமைப்பு



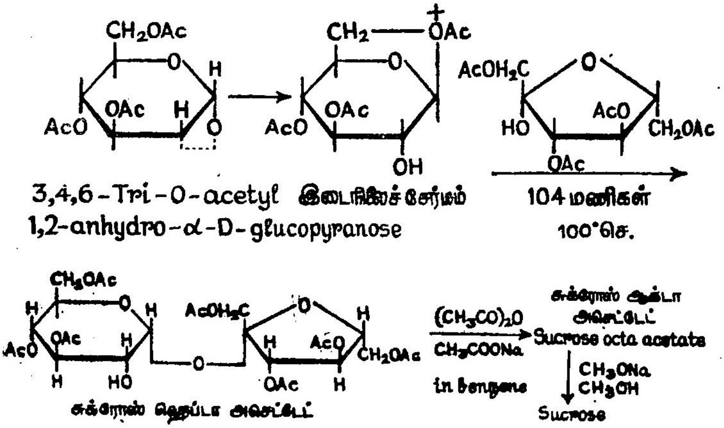
இதன் வடிவ வச அமைப்பை இவ்வாறு எழுதலாம்.



தொகுப்பு

லாமிக்ஸ், ஹூபர் (Lamieux & Huber) (1953) ஆகிய இருவரும் சேர்ந்து சுக்ரோஸைச் சோதனைச் சாலையில் தயாரித்துள்

ளார்கள். 3,4, 6-ட்ரை-O-அசெட்டைல்-1,2-அன்ஹைட்ரோ-α-[D]-குளுக்கோபைரனோஸையும் (3, 4, 6-Tri-O-acetyl-1, 2-Anhydro-D-Glucopyranose), 1, 3, 4, 6-டெட்ரா-O-அசெட்டைல்-D-ஃபிரக்டோப்யூரனோஸையும் (1, 3, 4, 6-Tetra-O-acetyl-D-Fructofuranose) ஒரு மூடியிட்ட குழாயில் 100° C வெப்பநிலை அழுத்தத்தில் 104 மணி நேரத்திற்கு வைத்திருந்தார்கள். அன்ஹைட்ரோ-D-குளுக்கோ பைரனோஸ் முதலில் ஓர் இடைநிலைச் சேர்மத்தைக் கொடுப்பதாகக் கருதப்படுகிறது. இந்த இடைநிலைச் சேர்மம் D-பிரக்டோ ப்யூரனோஸ் பெறுதியுடன் சேர்ந்து சுக்ரோஸ் ஹெக்டா அசெட்டேட்டைத் தருகிறது. சுக்ரோஸ் ஹெக்டா அசெட்டேட்டைப் பென்சீனில் (Benzene) கரைத்து, அசெட்டிக் அன்ஹைடிரைட்டு, சோடியம் அசெட்டேட்டு கலந்த கலவை கொண்டு அசெட்டிலேற்றம் செய்தால் சுக்ரோஸ் ஆக்டா அசெட்டேட்டைத் தருகிறது. 5·5 சதவிகிதம் சுக்ரோஸ் ஆக்டா அசெட்டேட்டு வண்ணப் பகுப்பின் மூலம் பிரித்தெடுக்கப் படுகிறது. சோடியம் மெத்தாக்ஸைடு கரைத்த மெத்தனலால் (Methanol) அசெட்டைல் தொகுதிகளை நீக்கினல் சுக்ரோஸ் கிடைக்கிறது.



மால்ட்டோஸ் $C_{12}H_{22}O_{11}$ (மால்ட் சர்க்கரை)

இது முளைக்கும் விதைகளில் காணப்படுகிறது. டையஸ்ட்டேஸ் (Diastase) என்னும் நொதி (Enzyme) ஸ்டார்ச்சை (Starch நீராற்பகுத்து மால்ட்டோஸாக மாற்றுகிறது.

$$2(C_6H_{10}O_5)n+nH_2O \longrightarrow nC_{12}H_{22}O_{11}$$

மால்ட்டோஸ்

இது வெண்மையான படிகம். தண்ணீரில் அதிகம் கரையக் கூடியது. இதன் நீர்க் கரைசல் வலப் பக்கம் ஒளி சுழற்றும் தன்மை யுடையது.

D = +136°. மால்ட்டோஸ் ஃபினைல் ஹைடிரசீனோடு சேர்ந்து ஓசசோனைக் கொடுக்கிறது. பெலிங் கரைசலை ஒடுக்குகிறது. சுழற்சி மாற்றம் உடையதாயிருக்கிறது. ஆகவே, இஃது ஓர் ஒடுக்கும் சர்க்கரை (Reducing sugar) ஆகும்.

மால்ட்டேஸ் எனும் நொதி கொண்டு மால்ட்டோஸை நீராற் பகுக்கும்பொழுது, மால்ட்டோஸின் ஒரு மூலக்கூறு இரு குளுக்கோஸின் மூலக்கூறுகளைக் கொடுக்கிறது.

$$\underset{\substack{\text{Maltose}\\ \text{மால்ட்டோஸ்}}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow[\text{மால்ட்டேஸ்}]{\text{Maltase}} \underset{\text{குளுக்கோஸ்}}{2C_6H_{12}O_6}$$

மால்ட்டோஸின் அமைப்பு

இதன் மூலக்கூறு வாய்பாடு $C_{12}H_{22}O_{11}$

1. இஃது ஓர் ஒடுக்கும் சர்க்கரையாகும். மால்ட்டோஸ் புரோமின் நீரால் ஆக்ஸிஜனேற்றம் பெற்று மால்ட்டோபை யோனிக் அமிலத்தைக் (Maltobionic acid) கொடுக்கிறது.

2 இரு வகையான மால்ட்டோஸ்கள் உள்ளன. α-மால்ட் டோஸ் $[\alpha]_d = +168°$; β-மால்ட்டோஸ் $[\alpha]_d = +112°$. ஆகவே, நீர்க் கரைசல் சுழற்சி மாற்றம் கொண்டு, கடைசியில் ஒளி சுழற் றும் அளவு $(\alpha)_d = 136°$ ஆக இருக்கிறது. மேற்கூறிய உண்மைகள், மால்ட்டோஸ் ஹெமி அசெட்டால் (Hemi acetal) நிலையிலுள்ள ஒரு கார்பனைல் (Carbonyl) தொகுதியைப் பெற்றுள்ளது எனத் தெளிவாகிறது.

3. மால்ட்டோஸில் இரு மூலக் கூறு குளுக்கோஸ்கள் உள்ளன எனத் தெரிகிறது. இரண்டு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறு களால் ஏதோ ஒரு வகையில் இணைக்கப்பட்டு ஒரு மால்ட்டோஸ் மூலக்கூறு ஆக்கப்பட்டுள்ளது என அறிகிறோம்.

4. மால்ட்டோஸ் முழுமையாக மெத்திலேற்றப்பட்டால் ஆக்டா மெத்தில் மால்ட்டோஸ் (Octa methyl maltose) கிடைக் கிறது. இஃது ஓர் ஒடுக்கும் தன்மையற்ற சேர்மம் (Non-reducing compound). இச் சேர்மத்தைக் குளிர்ந்த நீர்த்தஹைட்ரோ

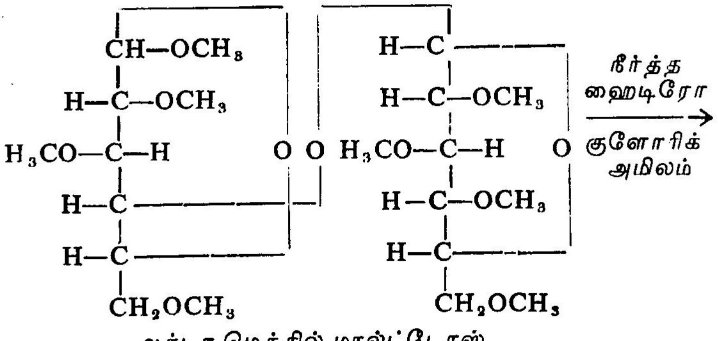
குளோரிக் அமிலம் கொண்டு நீராற் பகுக்கும்பொழுது, ஹெப்டா மெத்தில் மால்ட்டோஸ் (Hepta methyl maltose) எனும் ஒடுக்கும் தன்மையுள்ள சேர்மம் கிடைக்கிறது.

மால்ட்டோஸ் —மெத்திலேற்றம்→ ஆக்டா மெத்தில் மால்ட்டோஸ்

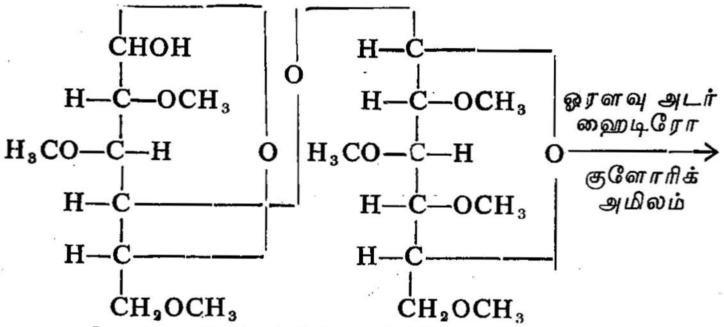
—HCl / H_2O→ ஹெப்டா மெத்தில் மால்ட்டோஸ்

ஆகவே, மால்ட்டோஸில் ஒரேயோர் ஒடுக்கும் தொகுதி உள்ளதென அறிகிறோம். ஹெப்டா மெத்தில் மால்ட்டோஸை ஓரளவு அடர் ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலம் கொண்டு நீராற் பகுத்தால் 2, 3, 6-ட்ரை-O-மெத்தில்-D-குளுக்கோஸும், 2, 3, 4, 6-டெட்ரா-O-மெத்தில்-D-குளுக்கோஸும் கிடைக்கின்றன. ட்ரை-O-மெத்தில்-D-குளுக்கோஸ் ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்யும் பொழுது, டை மெத்தில் சாக்கரிக் அமிலத்தைக் கொடுக்கிறது. மேலும் ஆக்ஸிஜனேற்றம் நடைபெறும்பொழுது டை மெத்தில்-டார்ட்டாரிக் அமிலம் கிடைக்கிறது. இதிலிருந்து ட்ரை-O-மெத்தில்-D-குளுக்கோஸ், 2, 3, 6-ட்ரை-O-மெத்தில்-D-குளுக்கோஸ் தான் எனத் தெரிய வருகிறது.

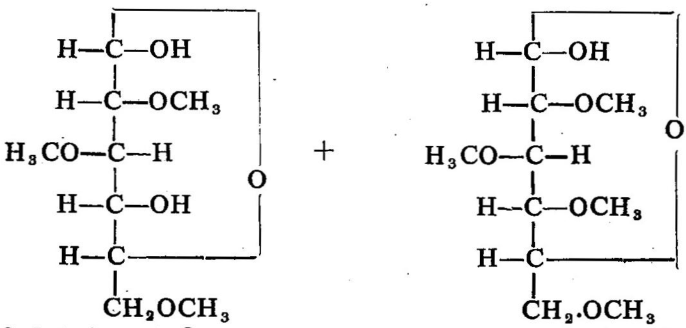
$C_{12}H_{22}O_{11}$ —மெத்திலேற்றம்→



ஆக்டா மெத்தில் மால்ட்டோஸ்

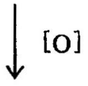


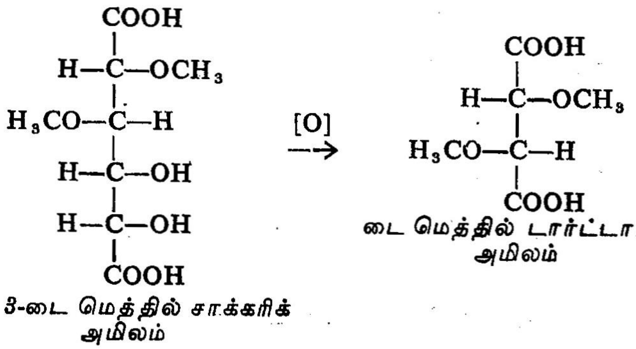
ஹெப்டா-O-மெத்தில் மால்ட்டோஸ்



2, 3, 6-ட்ரை-O-மெத்தில்-D-(+)-குளுக்கோஸ்
I

2, 3, 4, 6-டெட்ரா-O-மெத்தில்-D-குளுக்கோஸ்
II



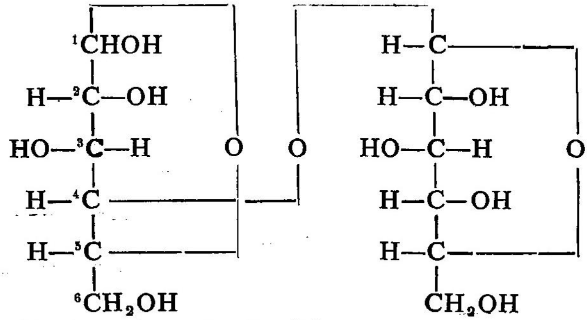


2, 3-டை மெத்தில் சாக்கரிக் அமிலம்

டை மெத்தில் டார்ட்டாரிக் அமிலம்

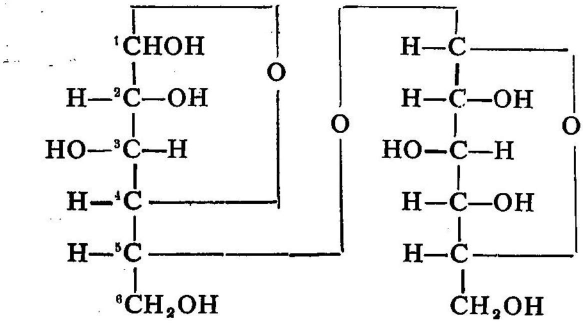
ஒரு குளுக்கோஸ் மூலக்கூற்றின் C_4 அல்லது C_5-கார்பன் அணுவும், மற்றொரு குளுக்கோஸ் மூலக்கூற்றின் C_1-கார்பன் அணுவும் கிளைக்கோசிடிக் இணைப்பில் பங்கு கொள்கின்றன எனத் தெரிகிறது. மேலும் ஒரு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறு ப்யூரனோஸ் அமைப்பில் இருந்தாலும், சேர்மம் I & II உண்டாகின்றன.

மேற்கூறிய வினைகளிலிருந்து, மால்ட்டோஸுக்கு இரு வகையான அமைப்பை எழுதலாம்.



C_4-C_1-இணைப்பு

I



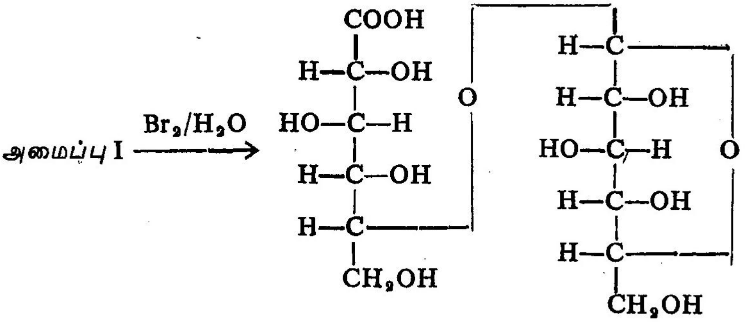
C_5-C_1-இணைப்பு

II

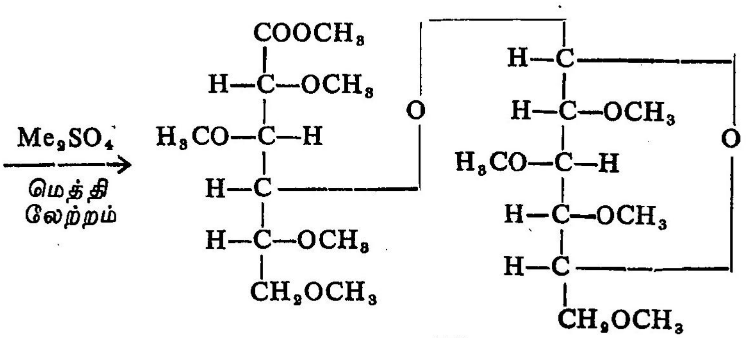
வளைய அளவும் கிளைக்கோசிடிக் இணைப்பும்

ஹாவொர்த் புரோமின் நீர்கொண்டு மால்ட்டோஸை ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்து மால்ட்டோ பையோனிக் அமிலம் III

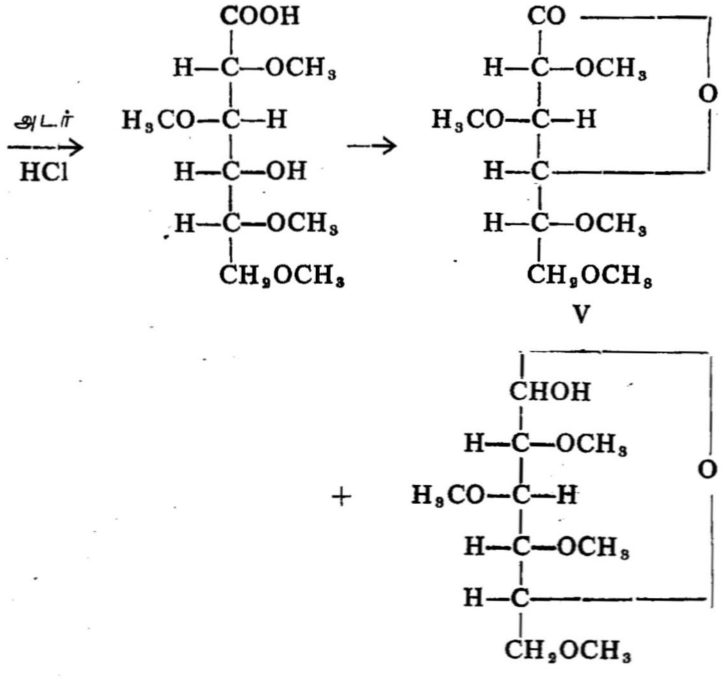
பெற்றுர். அதை மெத்திலேற்றம் செய்தால், ஆக்டா மெத்தில் மால்ட்டோபையோனிக் அமிலத்தின் மெத்தில் எஸ்டர் (Methyl ester of octa methyl maltobionic acid) (IV) கிடைக்கிறது. மெத்தில் எஸ்டரை நீராற் பகுத்தால், 2, 3, 5, 6-டெட்ரா-O-மெத்தில்-(D)-குளுக்கானிக் அமிலமும்(V) (லேக்டோனுகக் கிடைக்கிறது), 2, 3, 4, 6-டெட்ரா-O-மெத்தில்-D-குளுக்கோஸும் (VI) கிடைக்கின்றன. லேக்டோன் அமைப்புள்ள சேர்மம் (V) கிடைப்பதிஞல், அமைப்பு I தான் மால்ட்டோஸின் அமைப்பாகும். அமைப்பு II மால்ட்டோஸின் அமைப்பாக இருந்தால், 2, 3, 4, 6-டெட்ரா-O-மெத்தில்-D-குளுக்கானிக் அமிலம் கிடைத்திருக்க வேண்டும்.



III



IV

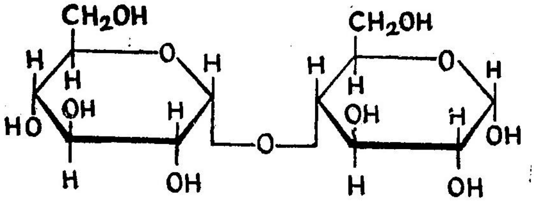


V VI

C_4-C_1-இணைப்பிற்கு மற்றொரு சான்று

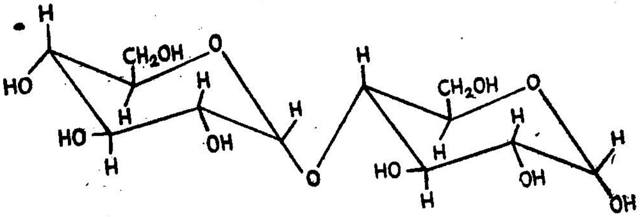
ஒரு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறு ஓசசோனைக் கொடுப்பதால், முதல் இரண்டு கார்பன் அணுவும் கிளைக்கோசிடிக் இணைப்பில் பங்கு பெறவில்லை எனத் தெரிகிறது. மால்ட்டோஸை ஓல் (Wohl) முறைப்படி நிலை இறக்கம் (Degradation) செய்தால், குளுக்கோஸிடோ அரபினோஸ் கிடைக்கிறது. இதுவும் ஓசசோனைக் கொடுக்கிறது. கார்பன் அணு 2-ம், கார்பன் அணு 3-ம் கிளைக்கோசிடிக் இணைப்பில் பங்கு பெறவில்லை. குளுக்கோஸிடோ அரபினோஸை மேலும் இறக்கம் செய்தால், குளுக்கோஸிடோ எரித்ரோஸ் கிடைக்கிறது. இஃது ஓசசோனைக் கொடுப்பதில்லை. ஏனெனில் கார்பன் அணு 4, கிளைக்கோசிடிக் இணைப்பில் பங்கு பெற்றிருக்கிறது. ஆகவே, C_4-C_1 இணைப்பு ஏற்பட்டிருக்கிறதெனத் தெரிகிறது. ஆகவே, அமைப்பு I தான் மால்ட்டோஸின் அமைப்பாகும். மால்ட்டோஸ் 4-O-α-(D)-குளுக்கோபைரனோசைல்-[D]-குளுக்கோ பைரனோஸாகும்.

ஹாவொர்த் அமைப்பு



ஒடுக்கும் பகுதி
(Reducing part)

மால்ட்டோஸின் வடிவ வச அமைப்பைக் கீழ்க் கண்டவாறு எழுதலாம்.



தொகுப்பு

(1) மால்ட்டோஸ்-D+குளுக்கோஸுடன் 'ஈஸ்ட்' (Yeast) வினைபுரிவதால் தொகுக்கப்படுகிறது.

(2) α-(D)-குளுக்கோஸும், β-(D)-குளுக்கோஸும் கலந்த சம மூலக் கூற்றுக் கலவையை (Equimolecular mixture) 160°C வெப்பநிலையில் வைத்திருந்தால் மால்ட்டோஸ் கிடைக்கின்றது. ஆகவே, இத்தொகுப்பு மால்ட்டோஸின் அமைப்பை உறுதிப்படுத்துகிறது.

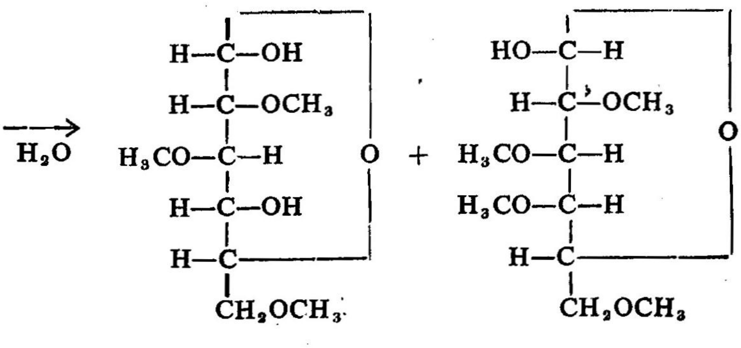
லெக்டோஸ் (Lactose) அல்லது பால் சர்க்கரை (Milk sugar) $C_{12}H_{22}O_{11}$

எல்லாப் பாலூட்டும் மிருகங்களிலிருந்தும் லேக்டோஸைப் பெறலாம். பசுவின் பாலில் லேக்டோஸ் சிறிதளவு (5%) காணப்படுகிறது. இஃது ஓர் ஒடுக்கும் சர்க்கரை. ஓசசோனைக் கொடுக்கிறது. சுழற்சி மாற்றம் (Mutarotation) உடையதாயிருக்கிறது.

லேக்டோஸ் நீர்த்த அமிலங்களால் நீராற் பகுக்கும்பொழுது குளுக்கோஸும், D-(+)-காலக்டோஸும் சம அளவில் உண்டாகின்றன. β-கிளைக்கோசிடிக் இணைப்பை நீராற் பகுக்கும் லேக்டேஸ் (Lactase) என்னும் நொதி லேக்டோஸை நீராற் பகுப்பதால், லேக்டோஸில் β-கிளைக்கோசிடிக் இணைப்புள்ளது எனத் தெரிகிறது.

லேக்டோஸ் மெத்திலேற்றம் ஏற்படும்பொழுது, மெத்தில் ஹெப்டா மெத்தில் லேக்டோஸைடைத் தருகிறது. இது நீராற் பகுக்கப்பட்டால், 2, 3, 6-ட்ரை-O-மெத்தில்-D-குளுக்கோஸையும், 2, 3, 4, 6-டெட்ரா-O-மெத்தில்-D-காலக்டோஸையும் தருகின்றது. ஆகவே, லேக்டோஸில் ஒடுக்கும் தொகுதி D-குளுக்கோஸில் தான் உள்ளது எனத் தெரிகிறது.

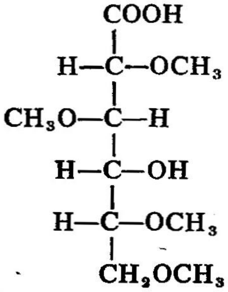
லேக்டோஸ் $\xrightarrow{(CH_3)_2SO_4}$ மெத்தில் ஹெப்டா மெத்தில் லேக்டோஸைட்.



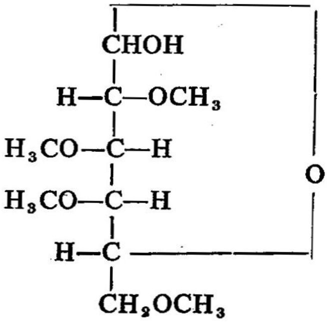
வளைய அளவும், இரு மூலக்கூறுகளின் இணைப்பும்

புரோமின் நீர் கொண்டு ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்தால் லேக்டோபையோனிக் அமிலம் கிடைக்கிறது. இச் சேர்மம் மெத்திலேற்றப்பட்டுப் பின் நீராற் பகுக்கப்பட்டால், 2, 3, 5, 6-டெட்ரா-O-மெத்தில்-D-குளுக்கானிக் அமிலத்தையும், 2, 3, 4, 6-டெட்ரா-O-மெத்தில்-D-காலக்டோஸையும் II கொடுக்கின்றது.

லேக்டோஸ் $\xrightarrow[90°C]{Br_2/H_2O}$ லாக்டோபையோனிக் அமிலம் $\xrightarrow[\text{(ii) நீராற்பகுத்தல்}]{\text{(i) மெத்திலேற்றம்}}$

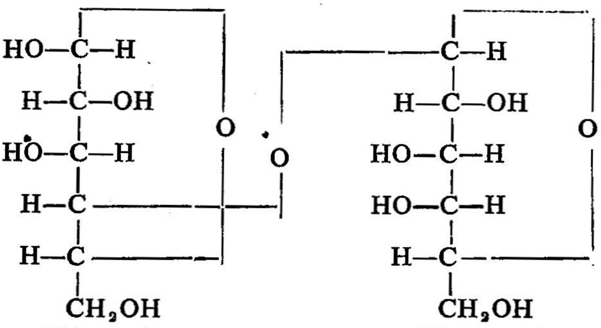


I



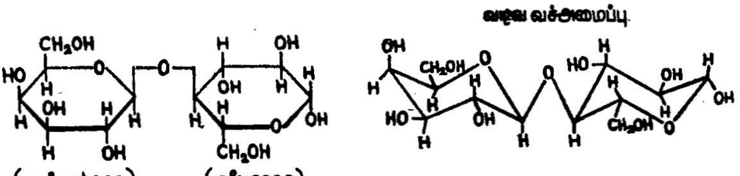
II

எனவே, (+) லேக்டோஸின் அமைப்பைக் கீழ்க் கண்டவாறு எழுதலாம்.



(Glucose) (Galactose)

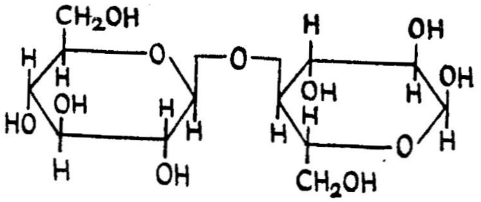
ஹாவொர்த் அமைப்பு



இதே முறையில் மற்ற இரட்டைச் சாக்கரைடுகளின் அமைப்பினையும் கண்டறியலாம்.

வேறு சில இரட்டைச் சாக்கரைடுகள்

ஸெல்லோபையோஸ் (Cellobiose): இது 4-O-β-D-குளுக்கோ பைரனோஸைல்-(D)-குளுக்கோபைரனோஸ். இது மால்ட் டோஸ்போல் வினைபுரிகிறது. ஆனால் நொதிகளால் நீராற் பகுக்கும்பொழுது மெதுவாக நடைபெறுகிறது. ஆகவே இதில் β-கிளைக்கோசிடிக் இணைப்பு உள்ளது என அறிகிறோம்.



தொகுப்பு

டெட்ரா-O-அசெட்டைல்-α-(D)-குளுக்கோபைரனோசைல் புரோமைடு 1, 2, 3, 6-டெட்ரா-O-அசெட்டைல்-β-(D)-குளுக்கோ பைரனோசைட்டுடன் வினைபுரிந்து ஸெல்லோபையோஸ் ஆக்டா அசெட்டேட்டுக் கொடுக்கிறது. இதை நீராற் பகுத்தால் ஸெல் லோபையோஸ் கிடைக்கிறது.

மெலிபையோஸ் (Melibiose): இது 6-O-α-(D)-காலக்டோ பைரனோஸைல்-(D)-குளுக்கோபைரனோஸ்.

சென்ட்டியோபையோஸ் (Centiobiose): இது 6-O-β-(D)-குளுக்கோபைரனோஸைல்-(D)-குளுக்கோபைரனோஸ்.

நைஜிரோஸ் (Nigerose): இது 3-O-α-(D)-குளுக்கோபைர னோஸைல்-(D)-குளுக்கோபைரனோஸ். இங்கு C_1-அணுவும், C_3-அணுவும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

முச்சாக்கரைடுகள் (Trisaccharides)

சென்ட்டியோனோஸ் (Centianose), ரபினோஸ் (Raffinose) ஆகிய சேர்மங்கள் முச்சாக்கரைடுகளாகும். சென்ட்டியோனோஸ் நீராற் பகுக்கும்பொழுது இரு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறும், ஒரு ஃபிரக்டோஸ் மூலக்கூறும் கொடுக்கிறது. ரபினோஸ் நீராற்

பகுக்கும்பொழுது, குளுக்கோஸ், ஃபிரக்டோஸ், காலக்டோஸ் ஆகிய ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளைத் தருகின்றது. இஃது ஓர் ஒடுக்காத சர்க்கரை. டெட்ரா சாக்கரைடுகளுக்கு ஓர் உதாரணம் ஸ்டாக்கியோஸ் (Stachyose).

வினாக்கள்

(1) கரும்பிலிருந்து கரும்புச் சர்க்கரை எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது? அதன் பயன்களை விவரி.

(2) சுக்ரோஸின் அமைப்புப் பற்றி எழுதுக.

(3) கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள இணைச் சேர்மங்களை (A pair of compounds) எவ்வாறு வேறுபடுத்திக் காட்டுவாய்.

(i) சுக்ரோஸ், குளுக்கோஸ்

(ii) சுக்ரோஸ், மால்ட்டோஸ்

(iii) சுக்ரோஸ், லேக்டோஸ்

7. பல் சாக்கரைடுகள்

(Polysaccharides)

பத்துக்கும் அதிகமான ஒற்றைச் சாக்கரைடு மூலக்கூறுகள் சேர்ந்து சுருக்கு வினை (Condensation) ஏற்படும்பொழுது, அதிக மூலக்கூறு எடையுள்ள (High molecular weight) பல படிச் சேர்மம் (Polymers) உண்டாகிறது. இந்தப் பல படிச் சேர்மங்கள் பல்சாக்கரைடுகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இவற்றின் பொதுவான வாய்பாடு $(C_6H_{10}O_5)n$. பாக்டீரியாக்கள், செடிகள், விலங்குகள் ஆகியவற்றில் பல்சாக்கரைடுகள் உள்ளன. பல்சாக்கரைடுகள் சிக்கல் நிறைந்த அமைப்புகளைக் கொண்டவை; இனிப்புத் தன்மையற்றவை; தண்ணீரில் கரையாதவை. இவற்றில் முக்கியமான சேர்மங்கள் ஸ்டார்ச்சு (Starch), செல்லுலோஸ் (Cellulose), இனுலின் (Inulin) போன்றவையாகும். இவற்றின் மூலக்கூறு எடையைக் கண்டுபிடிக்கப் பல முறைகள் கையாளப்படுகின்றன.

(1) சவ்வூடு பரவல் அழுத்த முறை (Osmotic pressure method), (2) பாகுத்தன்மை அளவறிதல் (Viscosity measurements), (3) கடைசிப் பகுதிச் சோதனை (End-group assay), (4) பெர் அயோடைட்டு ஆக்ஸிஜனேற்ற முறை (Per iodite oxidation method). 1000-லிருந்து 5,00,000 வரை மூலக்கூறு எடையுள்ள பல்சாக்கரைடுகள் உள்ளன.

பல் சாக்கரைடுகளின் அமைப்புப் பற்றி அறிதல்

(1) **முழுமையாக நீராற் பகுத்தல்:** நீராற் பகுத்துக் கிடைக்கக் கூடிய ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளை அறிதல்.

(2) **முழுமையாக மெத்திலேற்றம் செய்தல்:** டை மெத்தில் சல்பேட்டும், சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடும் அல்லது வெள்ளி

ஆக்ஸைடும், மெத்தில் அயோடைடும் மெத்திலேற்றத்திற்குப் பயன்படுகின்றன.

(3) **நொதியினால் நீராற் பகுத்தல்:** கிளைக்கோசிடிக் இணைப்புப் பற்றித் தெரிந்து கொள்ள இது பயன்படுகிறது.

(4) **பெர் அயோடேட் ஆக்ஸிஜனேற்றம்:** பல்சாக்கரைடுகளின் அமைப்புப் பற்றி அறிந்து கொள்ளலாம்.

ஸ்டார்ச்சு (Starch)

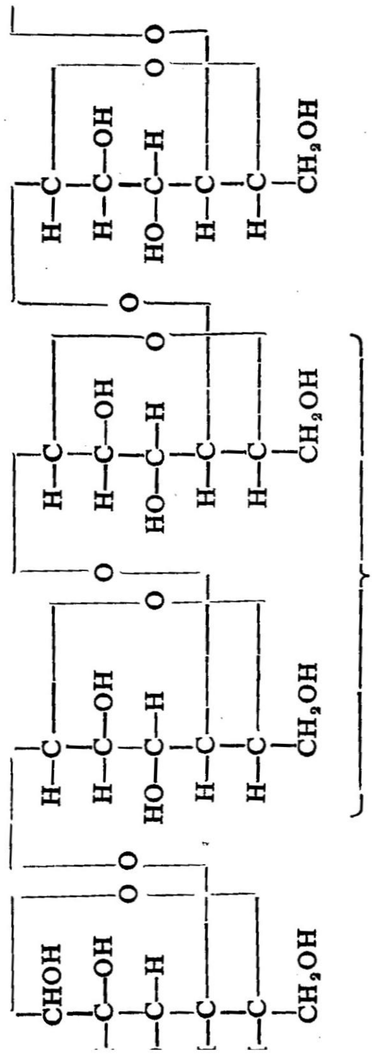
செடிகளின் விதைகளிலும், தண்டுகளிலும் ஸ்டார்ச்சுத் தங்கியிருக்கிறது. சிறு தானியம் போன்று இருக்கிறது. செடிகளுக்கு இஃது ஒரு சேமித்து வைக்கப்பட்ட உணவாகும். அரிசி, உருளைக்கிழங்கு, சோளம் ஆகியவற்றில் ஸ்டார்ச்சு அதிகமாக உள்ளது.

தயாரிப்பு முறை

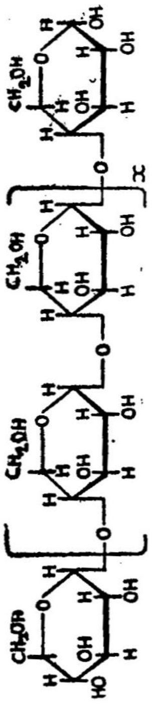
ஸ்டார்ச்சுப் பொருட்கள் நன்றாகக் கழுவப்பட்டு, இயந்திரம் கொண்டு கூழாக்கப்படுகின்றன. செல் சுவர்கள் உடைபட்டு ஸ்டார்ச்சுத் தானியங்கள் வெளியே தெரிகின்றன. இந்தக் கூழ் தண்ணீரோடு கலந்து சிறு கம்பி வலைகளிடையே (Wire sieves) செலுத்தப்படுகிறது. புரோட்டினும், செல்லுலோஸும் மேலே தங்கி விடுகின்றன. பால் போன்ற ஸ்டார்ச்சுக் கிடைக்கிறது. வேகமாகச் சுழற்சி செய்து, ஸ்டார்ச்சுப் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. பிறகு ஸ்டார்ச்சுச் சூடான காற்றில் உலர்த்தப்படுகிறது.

பண்புகள்

இஃது ஒரு நிறமற்ற திடப்பொருள். படிக உருவமற்றது. நீரோடு கலக்கும்பொழுது கூழ் கரைசல் (Colloidal solution) கிடைக்கிறது. இது வெப்பத்தையும் சக்தியையும் கொடுக்கக் கூடியது. அமிலம் கொண்டு நீராற் பகுக்கும்பொழுது அளவுக்குரிய (Quantitative) D-(+)-குளுக்கோஸ் கிடைக்கிறது. ஆனால் டையாஸ்ட்டேஸ் (diastase) நொதி கொண்டு நீராற் பகுக்கும்பொழுது, ஸ்டார்ச்சு மால்ட்டோஸை அளிக்கிறது. ஆகவே, குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுகள் α-கிளைக்கோசிடிக் இணைப்பின் மூலம் தமக்குள் இணைந்திருக்கின்றன என அறிகிறோம்.



மால்ட்டோஸ் குழு (Maltose unit)



அமிலோஸும் அமிலோபெக்டினும் (Amylose & Amylopectin)

ஸ்டார்ச்சு மூலக் கூறுகள் இரு வகையான உருவ அமைப்புக் கொண்டனவாக உள்ளன. சில மூலக் கூறுகள் நேர் அமைப்புக் (Linear structurc) கொண்டிருக்கின்றன. அவை அமிலோஸ் அல்லது பகுதி 1 (Fraction A) எனப்படும். சில மூலக்கூறுகள் கிளை அமைப்புக் (Branched structure) கொண்டிருக்கின்றன. அவைஅமிலோபெக்டின் என அழைக்கப்படுகின்றன. ஸ்டார்ச்சில் அமிலோஸ் பகுதி 10 - 20 சதவிகிதமும், அமிலோபெக்டின் பகுதி 80 - 90 சதவிகிதமும் உள்ளன.

பிரித்தெடுக்கும் முறைகள்

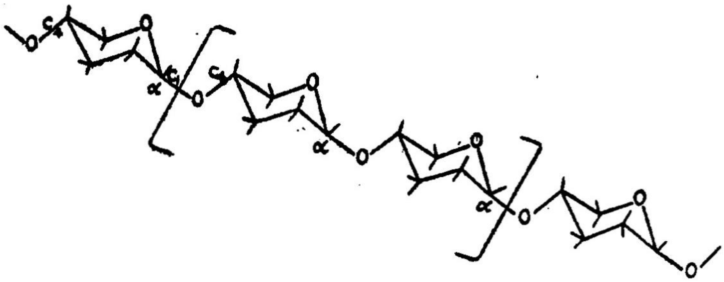
(1) சூடான ஸ்டார்ச்சுக் கூழ்மக் கரைசலுடன் n-ப்யூட்டனாலைச் (n-butanol) சேர்க்கவேண்டும். இந்தக் கலவையைக் குளிர வைத்தால், அமிலோஸ் அல்லது பகுதி 1 வீழ் படிதல் அடைகிறது. மீதியுள்ள தாய்த் திரவத்தோடு (Mother liquor) மெத்தானல் சேர்த்தால் பகுதி 2 அல்லது அமிலோபெக்டின் கிடைக்கிறது.

(2) சாதாரண வெப்பநிலையில் (Room temperature) ஸ்டார்ச்சு, டை மெத்தில் சல்போ ஆக்ஸைடு (Dimethyl sulphoxide) ஆகிய கலவையோடு, n-ப்யூட்டனாலைச் சேர்க்கும் பொழுது, அமிலோஸும், அமிலோ பெக்டினும் வீழ்படிதல் அடைகின்றன. அவை இரண்டும் 70°C வெப்ப நிலையில் தண்ணீரில் கரைக்கப்படுகின்றன. இதில் n-ப்யூட்டனாலைச் சேர்த்தால், அமிலோஸ் வீழ்படிதல் அடைகிறது.

அமிலோஸ்

இது தண்ணீரில் கரையக் கூடியது. அயோடினுடன் நீல நிறம் கொடுக்கிறது. இது ஸ்டார்ச்சில் 20 சதவிகிதம் உள்ளது. 300 குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுகள் உள்ள அமிலோஸை மெத்திலேற்றம் செய்து, பிறகு நீராற் பகுக்கும்பொழுது 2, 3, 6-ட்ரை-O-மெத்தில்-(D)-குளுக்கோஸ் (0·3%), 2, 3, 4, 6-டெட்ரா-O-மெத்தில்-D-குளுக்கோஸ் ஆகியவை கிடைக்கின்றன. ஆகவே, இது நேர்அமைப்புக்(Linear structure)கொண்ட பலபடிச்சேர்மமாகும். α-அமிலோஸ் அசெட்டேட்டை (α-Amylose acetate) நூல்போல்

ஆக்க முடியும். அமிலோஸ் நேர் அமைப்புக் கொண்ட மூலக்கூறு களைத் தன்னகத்தே கொண்டுள்ளது எனத் தெரிகிறது. இதன் வடிவ வச அமைப்பை ஆராய்ந்தால், நேர் அமைப்பு முறை தெளிவாகிறது.

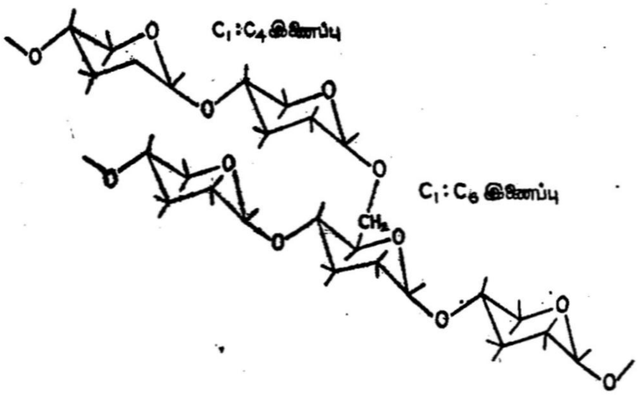


இங்கு C_1-அணு மற்றொரு மூலக்கூற்றின் C_4-அணுவோடு இணைந்திருக்கிறது.

அமிலோபெக்டின் அல்லது பகுதி 2

இது தண்ணீரில் கரையாது. இஃது அயோடினுடன் சிவப்பு-ஊதா நிறத்தைக் கொடுக்கிறது. ஸ்டார்ச்சில் 80 சதவிகிதம் அமிலோபெக்டின் உள்ளது. இதை நீராற் பகுக்கும்பொழுது (D)-குளுக்கோஸ் கிடைக்கிறது. அமிலோ பெக்டினை மெத்திலேற்றம் செய்து நீராற் பகுக்கும்பொழுது, *2, 3, 6*-ட்ரை-O-மெத்தில்-குளுக்கோஸ் *(90%)*, *2, 3, 4, 6*-டெட்ரா-O-மெத்தில்-குளுக்கோஸ் *(4%)*, *2, 3*-டை-O-மெத்தில்-குளுக்கோஸ் (4%) ஆகிய சேர்மங்கள் கிடைக்கின்றன. கிடைக்கக்கூடிய டெட்ரா-O-மெத்தில்-குளுக்கோஸ் அளவு, *25* குளுக்கோஸ் மூலக்கூறு உள்ள அமிலோ பெக்டினிலிருந்து கிடைக்கக்கூடிய அளவுக்குச் சமமாயிருக்கிறது. பெர் அயோடேட்டு ஆக்ஸிஜனேற்றமும் இதை உறுதிப் படுத்துகிறது. அமிலோபெக்டினைச் சிறிதளவே நீராற்பகுக்கும் பொழுது மால்ட்டோஸும், ஐசோமால்ட்டோஸும் (Isomaltose) கிடைக்கின்றன. ஆகவே, அமிலோபெக்டினில், *1:4* இணைப்போடு

1 : 6 இணைப்பும் உள்ளது எனத் தெரிகிறது. ஆகவே, இது நேர் அமைப்போடு கிளை அமைப்பும் கொண்டதாக இருக்கிறது. கிளை அமைப்புக்குக் காரணம் *1 : 6* இணைப்பாகும். இதன் வடிவ வச அமைப்பைக் கீழ்க்கண்டவாறு எழுதலாம்.



நீராற் பகுக்கும்பொழுது சில நொதிகள் $C_1 : C_4$-இணைப்பை மட்டும் பாதிக்கின்றன. $C_1 : C_6$-இணைப்பைப் பாதிப்பதில்லை.

$$\text{அமிலோபெக்டின்} \xrightarrow[\text{டையாஸ்ட்டேஸ் (Diastase)}]{\text{நொதிகள்}} \text{Maltose} +$$

டெக்ஸ்டிரின் (**Dextrin**).

ஸெல்லுலோஸ்

செடிகளின் ஸெல் சுவர்களில் மட்டும் ஸெல்லுலோஸ் உள்ளது. ஸெல்லுலோஸ் பருத்தியில் *90* சதவிகிதமும், மரக் கட்டையில் *60* சதவிகிதமும் இருக்கிறது. பருத்தி அல்லது மரக் கட்டையோடு காரம், அமிலம், ஆல்கஹால், ஈதர் (Ether) ஆகியவற்றைத் தனித்தனியே சேர்ப்பதால், அசுத்தங்கள் நீக்கப்பட்டு வெண்மையான படிகமற்ற ஸெல்லுலோஸ் கிடைக்கின்றது.

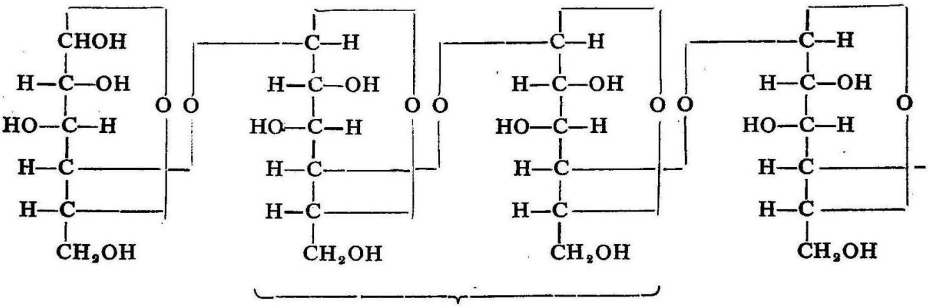
இது தண்ணீரில் கரையாது. அம்மோனியா கலந்த தாமிர ஹைடிராக்ஸைடுக் கரைசலில் கரையக்கூடியது. ஸெல்லுலோஸ், 15 - 20 சதவிகிதம் சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடுக் கரைசலுடன் சேர்த்தால் பிரகாசமான தன்மை அடைகிறது. இந்தப் பண்பு பருத்தித் துணிகள் பிரகாசமான தன்மை அடையப் பயன்படுகிறது (Mercerisation of cotton). ஒடுக்கும் தன்மையற்றது. முழுமையாக நீராற் பகுக்கப்பட்டால் 96 சதவிகிதம் குளூக்கோஸ் கிடைக்கிறது.

$$\text{ஸெல்லுலோஸ்} \xrightarrow{HCl} 96\% \text{ குளூக்கோஸ்}$$

மெத்திலேற்றம் செய்து பின்பு நீராற் பகுக்கப்படும்பொழுது 2, 3, 6-ட்ரை-O-மெத்தில்-D-குளூக்கோஸும், 2, 3, 4, 6-டெட்ரா-O-மெத்தில்-D-குளூக்கோஸும் கிடைக்கின்றன. ஸெல்லுலோஸை அசெட்டிலேற்றம் செய்து, பின்பு நீராற் பகுக்கும்பொழுது ஸெல்லோபையோஸ் ஆக்டா அசெட்டேட்டுக் கிடைக்கிறது.

$$\text{ஸெல்லுலோஸ்} \xrightarrow[\text{அசெட்டிக் அன்ஹைடிரைட் + அடர் கந்தகாமிலம்}]{\text{அசெட்டாலிசிஸ்}} \text{ஸெல்லோபையோஸ் ஆக்டா அசெட்டேட்டு}$$

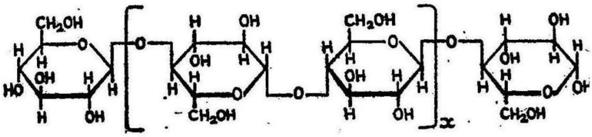
ஆகவே, ஸெல்லோபையோஸ் பகுதி ஸெல்லுலோஸில் உள்ளது எனத் தெரிகிறது. $C_1 : C_4$-இணைப்பு உள்ளதென்றும், கிளைக்கோசிடிக் இணைப்பு β என்றும் தெரியவருகிறது. ஆகவே, ஸெல்லுலோஸ் நேர் அமைப்புக் (Linear structure) கொண்டதாக உள்ளது. நொதியின் நீராற் பகுப்பின் வேகத்திலிருந்தும் கிளைக்கோஸிடிக் இணைப்பைத் தெரிந்து கொள்ளலாம். மேலும், ஸெல்லுலோஸ் நூல்போல் ஆகக் கூடியது. ஆகவே, ரேயான் நூல் செய்ய இது பயன்படுகிறது. X-கதிர் ஆய்வு மூலமும் இதன் அமைப்பைத் தெரிந்து கொள்கிறோம்.



செல்லோபையோஸ் குழு

I

ஹாவொர்த் அமைப்பு



இதன் மூலக்கூறு ஒரே தளத்தில் இல்லை. ஒரு குளுக்கோஸ் மூலக் கூறு மற்றொரு மூலக் கூற்றுக்குச் செங்குத்தாக உள்ளது. இதன் கொள்ளிட விளைவினால் (Steric effect) C—O—C இதன் இணைப்பை எளிதாகச் சுழற்ற முடியாது. ஆகவே, செல்லுலோஸ் கெட்டியான சங்கிலி மூலக்கூறு உடையதாக இருக்கிறது (Chain molecule).

வடிவ வச அமைப்பு

200 குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுகள் இவ்வாறு சேர்ந்து இருக்கலாம்.

பயன்கள்

இது காகிதம், துணித் தொழிற்சாலைகளில் மிகவும் பயன்படுகிறது. செல்லுலோஸ் அசெட்டேட்டு, ரேயான் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. செல்லுலோஸ் நைட்ரேட்டுகள், வெடிகள் தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றன. சில மிருகங்கள் செல்லுலோஸ் பொருள்களைச் சாப்பிட்டுச் செரித்துக் கொள்கின்றன. ஆனால் மனிதர்கள் இவற்றைச் சாப்பிட்டுச் செரித்துக் கொள்ள முடியாது. குடல் பாதையில் உள்ள நுண்ணிய உயிர்கள் செல்லுலோஸ்களை நீராற் பகுத்துச் செரிக்க வைத்துவிடுகின்றன. மனிதக் குடல் பாதையில் அவ் வகை நுண்ணிய உயிர்கள் (Micro organism) இல்லை. படத் தொழிலிலும் இது பயன்படுகிறது.

வேறு சில பல்சாக்கரைடுகள்

கிளைக்கோஜென் (Glycogen): இதில் குளுக்கோஸ் மூலக் கூறுகள் உள்ளன. இதன் மூலக் கூறுகள் நேர் அமைப்பும், கிளை அமைப்பும் கொண்டவையாக உள்ளன. இனுலின் (Inulin) முழுமையாக நீராற் பகுத்தால், குளுக்கோஸும், ஃபிரக்டோஸும் கொடுக்கிறது.

உயிர்களுக்கு வேண்டிய சக்தியையும், வெப்பத்தையும் கார்போஹைடிரேட்டுகள் தருகின்றன. நமது உடற்கூற்றில் கார்போஹைடிரேட்டுகள் எவ்வாறு வேலை செய்கின்றன (Metabolium of carbohydrates) என்பதை அறிய, கார்போஹைட்டிரேட்டுகளின் அமைப்புப் பற்றி முதலில் நாம் தெரிந்துகொள்வது அவசியம். மேலும், கார்போஹைடுரேட்டுகள் பல தொழிற்சாலை

களில் பயன்படுகின்றன. ஆகவே, இன்றைய உலகில் கார்போ ஹைடிரேட்டுகளை அறிந்து கொள்வது நன்மை பயக்கக்கூடிய காரியமாகும்.

வினாக்கள்

(1) ஸ்டார்ச்சு அமைப்புப் பற்றி விவரி.

(2) செல்லுலோஸ் அமைப்புப் பற்றி ஒரு கட்டுரை வரைக. அதன் பயன்களைக் கூறுக.

ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளின் பெறுதிகள்

1. குளுக்கோசசோன்

ஆய்வுக் கூடத்தில் தயாரிக்கும் முறை

100 க.செ.மீ. குளுக்கோஸ் நீர்க்கரைசலுடன் (2%) 30 க.செ.மீ. ஃபினைல் ஹைடிரசீன் கலக்கவும். இந்தக் கலவை உள்ள பாத்திரத்தைக் கொதிக்கும் நீரில் வைத்திருந்தால், பத்து நிமிடங்களில் மஞ்சள் நிறமான குளுக்கோசசோன் படிகம் உண்டாகிறது. ஓசசோன் வடித்தல் முறையில் பிரித்தெடுக்கப்பட்டு, ஆல்கஹால் கொண்டு மறுபடியும் படிகமாக்கப்படுகிறது.

2. ஈதர்கள்

மெத்தில் ஈதர்கள்

தயாரிக்கும் முறைகள் :— (1) ப்யூர்டி-இர்வின் முறை (Purdie and Irvine method)

மெத்தில் கிளைக்கோசைடுச் சேர்மத்துடன் அயோடைடு, சில்வர் ஆக்ஸைடு ஆகிய சேர்மங்கள் சேரும்பொழுது மெத்தில் ஏற்றம் அடைகிறது. சமீப காலத்தில் டை மெத்தில் பார்மைடு (Dimethyl formamide) சிறந்த வினைபொருளாகப் பயன்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாகச் சுக்ரோஸும், D-காலக்டோஸும் டைமெத்தில் பார்மைடு கொண்டு முழுமையாக மெத்திலேற்றம் அடைகின்றன.

(ii) ஹாவொர்த்-கிருஸ்டு முறை (Haworth and Hirst method)

இஃது அதிக அளவில் பயன்படும் முறையாகும். PH மதிப்பு 7 கொண்ட டை மெத்தில் சல்பேட்டு, 30% சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு சர்க்கரையுடன் சேரும்பொழுது மெத்திலேற்றம் அடைகிறது.

பண்புகள்

கிளைக்கோஸிடிக் ஹைடிராக்ஸில் தொகுதி எளிதில் மெத்திலேற்றம் அடைகிறது.

பென்ஸைல் ஈதர்கள்

சர்க்கரையுடன் பென்ஸைல் குளோரைடும் (Benzylchloride), காரமும் வினைபுரியும்பொழுது பென்ஸைல் ஈதர்கள் கிடைக்கின்றன. இவை மெத்தில் ஈதர்களின் பண்புகளை ஒத்திருக்கின்றன.

3. மெர்க்காப்டால்கள் (Mercaptals)

திறந்த சங்கிலி அமைப்புக் கொண்ட சர்க்கரை மூலக்கூறு மெர்க்காப்டேனுடன் வினைபுரிந்து மெர்க்காப்டாலைத் தருகிறது.

$$\begin{array}{c} CHO \\ | \\ (CHOH)x \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow[\text{con.}CHCl]{2C_2H_5SH} \begin{array}{c} CH(SC_2H_5)_2 \\ | \\ (CHOH)x \\ | \\ CH_2OH \end{array}$$

கீட்டோஸ் மெர்க்காப்டால்களைத் தருவதில்லை. சர்க்கரையிலிருந்து திறந்த சங்கிலி அமைப்புப் பெறுதிகளைப் பெறுவதற்கு மெர்க்காப்டால் பயன்படுகிறது. மெர்க்காப்டால் பென்ட்டாமெத்தில் குளுக்கோஸைத் தருகிறது.

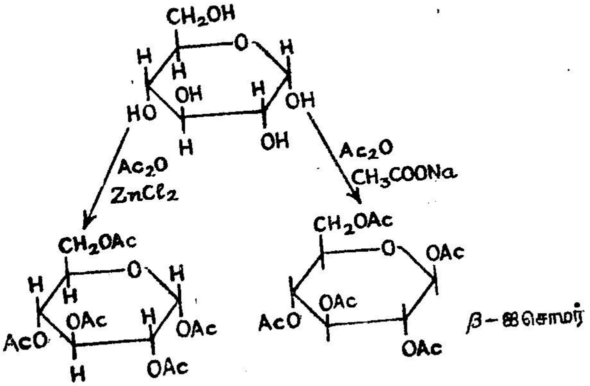
$$\begin{array}{c} CH(SC_2H_5)_2 \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow[NaOH]{(CH_3)_2SO_4}$$

$$\begin{array}{c} CH(SC_2H_5)_2 \\ | \\ (CHOCH_3)_4 \\ | \\ CH_2OCH_3 \end{array} \xrightarrow[H_2O]{HgCl_2} \begin{array}{c} CHO \\ | \\ (CHOCH_3)_4 \\ | \\ CH_2OCH_3 \end{array}$$

4. அசெட்டேட்டுகள்

அசெட்டிக் நீரிலி, சோடியம் அசெட்டேட்டு அல்லது அசெட்டிக் நீரிலி, துத்தநாகக் குளோரைடு அல்லது அசெட்டிக் நீரிலி, பிரிடீன் ஆகியவற்றுடன் சர்க்கரை வினைபுரியும்பொழுது அசெட்டேட்டுகள் உண்டாகின்றன. எல்லா ஹைடிராக்ஸில் தொகுதிகளும் அசெட்டிலேற்றம் அடைகின்றன. நீர்த்த காரத்தினால்

எளிதில் அசெட்டேட்டுத் தொகுதிகள் நீக்கப்படுகின்றன. அசெட்டிலேற்றம் அடைவதற்குப் பயன்படும் வினைப் பொருளைப் பொறுத்து α அல்லது β-ஐசோமர்கள் உண்டாகின்றன.



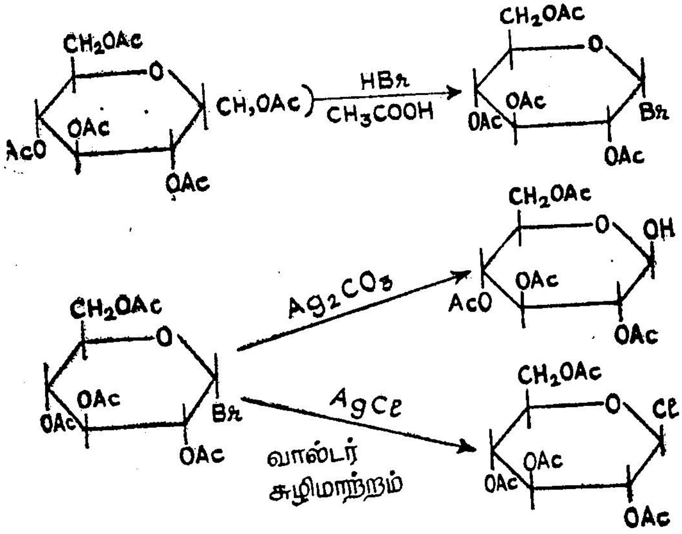
பென்ட்டா-O-அசெட்டைல்-α-D-குளுக்கோபைரனோஸ்

குளுக்கோஸ் பென்ட்டா அசெட்டேட்டு (Glucose penta acetate)

5 கிராம் குளுக்கோஸை, 2·5 கிராம் புதிதாக உருக்கிய சோடியம் அசெட்டேட்டும் குடுவையில் எடுத்துக்கொள்ளவும். ஒரு துவாரமுள்ள கார்க்குக் கொண்டு குடுவையை மூடவும். துவாரம் வழியாக 2 அடி நீளமுள்ள கண்ணாடிக் குழாய் செலுத்தவும். குடுவையை ஒரு மணி நேரம் குறைந்த உஷ்ணத்தில் சூடுபடுத்தவும். பிறகு இந்தக் கலவையைக் குளிர்ந்த தண்ணீர் உள்ள முகவையில் நன்ருகக் கலக்கவேண்டும். வடித்தல் முறையில் குளுக்கோஸ் பென்ட்டா அசெட்டேட்டுப் படிகம் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. அதிகஅளவு தண்ணீர் கொண்டு அசெட்டேட்டு மறுபடியும் படிகமாக்கப்படுகிறது (Recrystallised).

O-அசெட்டைல் கிளைக்கோ ஹாலைடுகள் (O-Acetylglycohalides)

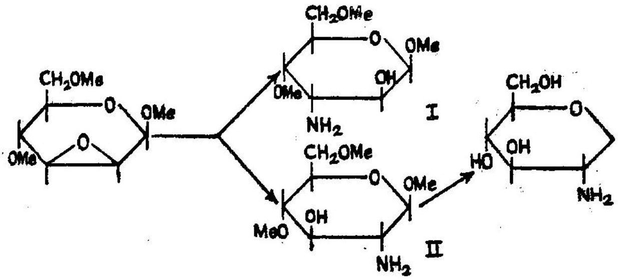
முழுமையாக மெத்திலேற்றம் அடைந்த சர்க்கரைகள் ஹைடிரஜன் புரோமைட், அசெட்டிக் அமிலம் ஆகியவை சேரும்பொழுது α-புரோமோ அனோமரைத் தருகிறது. இந்தச் சேர்மம் சில்வர் உப்புடன் வினைபுரியும்பொழுது C_1-அணுவில் வால்டன் சுழி மாற்றம் ஏற்படுகிறது. ஆகவே, α-கடை அணுமாற்று β-கடை அணுமாற்ருக மாற்றப்படுகிறது. இந்த வினை கோனிக்ஸ்-நோர் வினை (Konigs-Knorr reaction) என்று அழைக்கப்படுகிறது.



6. அமினோ சர்க்கரைகள் (Amino-sugars)

சர்க்கரைகளில் உள்ள ஓரிணைய அல்லது ஈரிணைய ஆல்கஹா லிக் ஹைடிராக்ஸில் தொகுதி, ஓரிணைய அமினோ தொகுதியால் மாற்றம் செய்யும்பொழுது அமினோ சர்க்கரைகள் கிடைக்கப் பெறுகின்றன. விலங்கு, பாக்டீரியா ஆகியவற்றில் உள்ள பல் சாக் கரைடுகள் நீராற் பகுக்கப்படும் பொழுது அமினோ சர்க்கரை களைத் தருகின்றன.

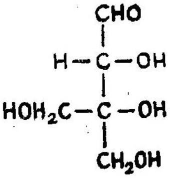
D-குளுக்கோஸாமைன் (D-Glucosamine): மெத்தில்-2,3-அன்ஹைடிரோ-4,6-டை-O-மெத்தில்-β-D-மேனோபைரனோஸைடு (Methyl-2, 3-anhydro-4, 6-di-O-methyl-β-D-menopyranoside) அம்மோனியாவுடன் வினைபுரியும்பொழுது அன்ஹைடிரோ வளை யம் பிளந்து, இரு வகைச் சேர்மங்கள் கிடைக்கப் பெறுகின்றன. வால்டன் சுழி மாற்றமும் நடைபெறுகிறது. சேர்மம் II நீராற் பகுக்கும்பொழுது D-குளுக்கோ ஸோமைன் உண்டாகிறது.

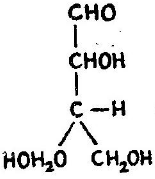


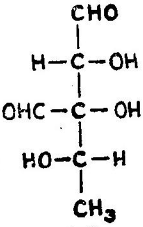
7. வேறு சில இயற்கையில் கிடைக்கும் சர்க்கரைகள்

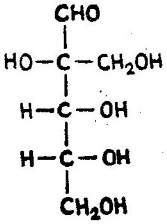
கிளைச் சங்கிலி (Branched chain) மூலக் கூறு கொண்ட சில சர்க்கரைகள் நுண்ணுயிர்க் கொல்லிகளிலும் (Antibiotics), சில செடிகளிலும் இருக்கின்றன எனச் சமீபக் காலத்தில் தெரிய வந்தது. அவை குறைந்த அளவில் கிடைக்கக் கூடியனவாக இருக்கின்றன.

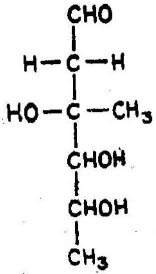
அவற்றில் (*1*) ஏப்பியோஸ் (Apiose), (*2*) கார்டி செப்போஸ் (Cordycapose), (*3*) ஸ்ட்ரையட்டோஸ் (Stryatose), (*4*) ஹெமமலோஸ் (Hamamelose), (*5*) மைசரோஸ் (Mycerose), (*6*) கிலாடினோஸ் (Cladinose) ஆகியவை முக்கியமான சர்க்கரைகளாகும்.

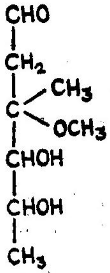

(1)


(2)


(3)


(4)

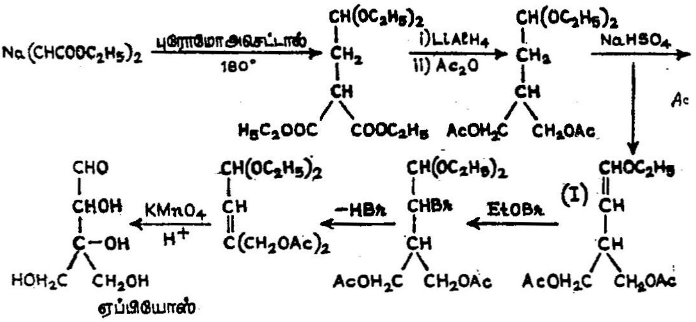

(5)


(6)

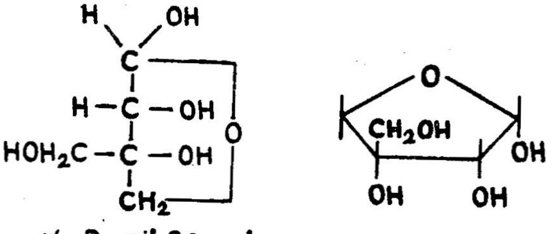
ஏப்பியோஸ்

இதன் மூலக்கூறு வாய்பாடு $C_5H_{10}O_5$. இஃது ஓர் ஆல்டோ பென்ட்டோஸ் சர்க்கரையாகும். புரோமின் நீர் கொண்டு ஏற்றம் செய்யும்பொழுது ஏப்பியோனிக் அமிலம் (Apionic acid) கிடைக்கிறது. ஹைடிரஜன் அயோடைடு கொண்டு இறக்கம் (Reduction) செய்யும்பொழுது ஐசோவெலரிக் (Isovaleric) அமிலத்தைக் கொடுக்கிறது.

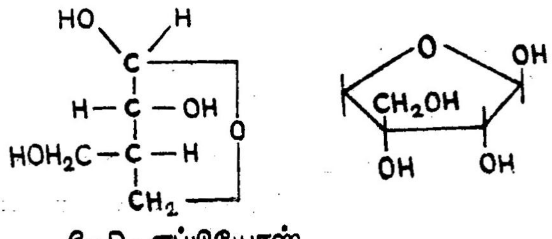
இதைக் கீழ்க்கண்டவாறு தொகுக்கலாம்.



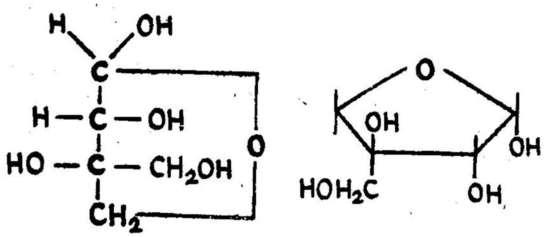
ஏப்பியோஸ், ப்யூரனோஸ் வளையம் கொண்ட நான்கு ஐசோமர்களாக உள்ளது.



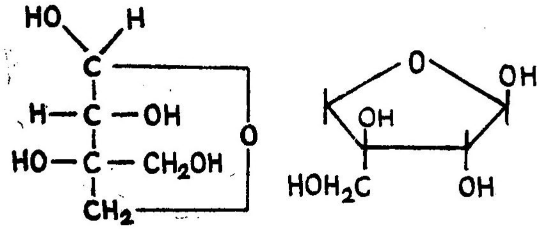
α - D - ஏப்பியோஸ்



β - D - ஏப்பியோஸ்



α-(L)-ஏப்பியோஸ்

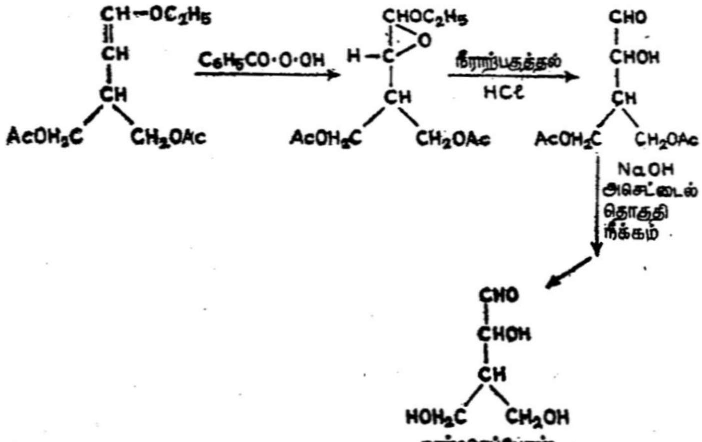


β-(L)-ஏப்பியோஸ்

கார்டிசெப்போஸ் ($C_5H_{10}O_4$)

இஃது ஒரு டியாக்ஸி (Deoxy) பென்ட்டோஸ். அஃதாவது ஓர் ஆக்ஸிஜன் அணு இழந்த பென்ட்டோஸ். இஃது ஓசசோனைத் தருகிறது. ஆகவே, ஆக்ஸிஜன் இழப்பு இரண்டாவது கார்பன் அணுவில் இல்லை. பெர் அயோடிக் அமிலம் கொண்டு ஏற்றம் அடையாததால், ஆக்ஸிஜன் இழப்பு மூன்றாவது கார்பன் அணுவில் நடந்திருக்கிறதெனத் தெரிகிறது. இது நான்கு ஐசோமர்கள் கொண்டதாக இருக்கிறது. இதன் தொகுப்பு முறை கீழே தரப் பட்டிருக்கிறது.

ஏப்பியோஸ் தொகுப்பு முறையில் மத்தியில் கிடைக்கும் சேர்மத்தை (I) எடுத்துக் கொண்டு கார்டிசெப்போஸைப் பெறுகிறோம்.

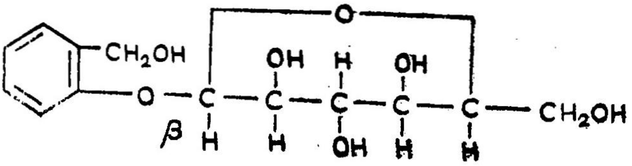

CH—OC2H5
CH
CH
AcOH2C
CH2OAc
C6H5CO·O·OH
CHOC2H5
H—C
O
CH
AcOH2C
CH2OAc
நீராற்பகுத்தல்
HCl
CHO
CHOH
CH
AcOH2C
CH2OAc
NaOH
அசெட்டைல்
தொகுதி
நீக்கம்
CHO
CHOH
CH
HOH2C
CH2OH
காா்டிசெப்போஸ்

8. தாவரக் கிளைக்கோஸைடுகள்
(Plant Glycosides)

தாவரக் கிளைக்கோஸைடுகள் செடி, கொடிகளில் குறைந்த அளவில் உள்ளன. இவற்றை அமிலம் அல்லது சில என்ஸைம் (Enzyme) கொண்டு நீராற் பகுக்கும்பொழுது சர்க்கரையும், சர்க்கரையற்ற வேறு ஒரு பொருளும் கிடைக்கின்றன. சர்க்கரையற்ற பொருள் ஆக்ளிகோன் (Aglycone) என அழைக்கப்படுகிறது. இது ஹைடிராக்ஸில் தொகுதியைத் தன்னகத்தே கொண்டிருக்கிறது. இந்த ஹைடிராக்ஸில் தொகுதி கார்போஹைடிரேட்டின் இறக்கத் தொகுதியோடு (Reducing group) இணைந்துள்ளது. இந்த இணைப்புப் பொதுவாக β-அமைப்பைக் கொண்டிருக்கிறது. மெத்தில்-β-D-குளுக்கோபைரனோஸைடு (Methyl-β-D-Glucopyranoside) இயற்கையில் கிடைக்கும் ஒரு தாவரக் கிளைக்கோஸைடாகும்.

தாவரக் கிளைக்கோஸைடு பொதுவாகக் கொடுக்கும் சர்க்கரை D-குளுக்கோஸாகும். D-கேலக்டோஸ், L-கேலக்டோஸ் (Galactose), D-மானோஸ் (Mannose), D-ஃபிரக்டோஸ், L-ராம்னோஸ் (Rhamnose) ஆகிய மற்றச் சர்க்கரைகளும் தாவரக் கிளைக்கோஸைடுகளிலிருந்து கிடைக்கின்றன. D-அரபினோஸ், D-ரிபோஸ் போன்ற சில பென்ட்டோஸ்களும் தாவரக் கிளைக்கோஸைடுகளில் உள்ளன. கிளைக்கோஸைடுகள் உள்ள செடிகள் மருத்துவத் துறையில் பயன்படுகின்றன.

சாலிசின் (Salicin) ஒரு தாவரக் கிளைக்கோஸைடு.



கிளைக்கோசைடு	**சர்க்கரை**	**சர்க்கரையற்ற பகுதி (ஆக்ஸிகோன்)**
சாலிசின்	குளுக்கோஸ்	O-ஹைடிராக்ஸி பென்ஸைல் ஆல்கஹால் (O-Hydroxy benzyl alcohol)
பியோனின் (Peonin)	குளுக்கோஸ் 2 மோல்	சைனிடின் (Cyanidin)
பாப்புலின் (Populin)	பென்சாயில் குளுக்கோஸ் (Benzoylglucose)	O-ஹைடிராக்ஸி பென்சைல் ஆல்கஹால்
ஆர்புடின் (Arbutin)	குளுக்கோஸ்	ஹைடிரோஃகுனோன் (Hydro-quinone)

முக்கியமான ஆக்ஸிகோன் சேர்மங்கள்

(1) ஆல்கஹால், (2) ஃபினோல் (Phenol), (3) சைனோஹைடிரின் (Cynohydrin), (4) குரோமோன் (Chromone), (5) குமரின் (Coumarin), (6) ஸ்டிராய்டு (Steroid).

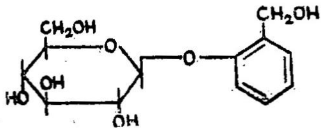
சாலிசின்

(1) இதன் மூலக் கூறு வாய்பாடு $C_{13}H_{18}O_7$

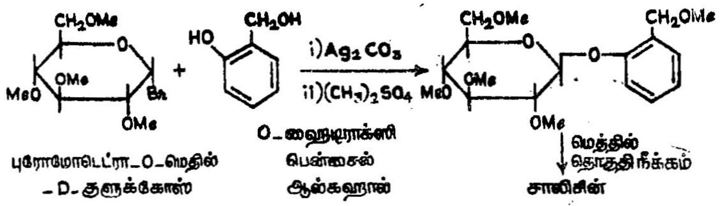
(2) எமல்சின் (Emulsin) கொண்டு நீராற் பகுக்கும்பொழுது, ஒரு மோல் D-குளுக்கோஸும், ஒரு மோல் O-ஹைடிராக்ஸி பென்சைல் ஆல்கஹாலும் கிடைக்கின்றன. ஆகவே, சாலிசின் ஒரு β-கிளைக்கோஸைடாகும்.

(3) முழுமையாக மெத்திலேற்றம் செய்யப்பட்ட சாலிசின் நீராற் பகுக்கப்படும் பொழுது 2, 3, 4, 6-டெட்ரா-O-மெத்தில்-D-குளுக்கோஸ் தருகிறது. ஆகவே, சாலிசினில் உள்ள குளுக்கோஸ் பைரனோஸ் (Pyranose) அமைப்பில் உள்ளது எனத் தெரிகிறது.

(4) சாலிசினை நைட்ரிக் அமிலம் கொண்டு ஏற்றம் (Oxidation) செய்து, நீராற் பகுக்கும்பொழுது, சாலிசில் ஆல்டிஹைடு (Salicyl aldehyde) கிடைக்கிறது. ஆகவே, ஃபினோலிக் ஹைடிராக்ஸில் தொகுதி கிளைக்கோஸிடிக் இணைப்பில் பங்கு பெற்றுள்ளது எனத் தெரிய வருகிறது. ஆகவே, சாலிசின் அமைப்பைக் கீழ்க் கண்டவாறு எழுதலாம்.



(5) சாலிசின் தொகுப்பு முறையினுல் இதன் அமைப்பை உறுதிப்படுத்தலாம்.



தாவரக் கிளைக்கோஸைடுகள் சர்க்கரைச் சேமிப்புப் பொருளாகத் தாவரங்களில் இயங்கி வருகின்றன.

நொதித்தல் (Fermentation)

சிக்கலான மூலக் கூறு அமைப்பைக் கொண்ட கரிமச் சேர்மத்தின் முன்னிலையில், பெரிய மூலக் கூறுகளைக் கொண்ட சில கரிமச் சேர்மங்கள் சிதைந்து சிறு மூலக் கூறுகளைக் கொண்ட கரிமச் சேர்மங்களாக மாறுகின்றன. இதை நொதித்தல் என்கிறோம். சிக்கலான மூலக் கூறு அமைப்புக் கொண்ட கரிம நைட்ரஜன் சேர்மம், வினைவேக மாற்றியாகப் (Catalyst) பங்கு கொள்கிறது. இந்தச் சேர்மம் 'பெர்மன்ட்' (Ferment)என அழைக்கப்படுகிறது. இந்தச் சேர்மம் உயிர்ப் பொருள்களிலிருந்து கிடைக்கிறது. ஒரு செல் கொண்ட 'ஈஸ்ட்' (Yeast) சில 'பெர்மன்ட்' அல்லது நொதிகளைத் தருகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, ஈஸ்ட்டிலிருந்து கிடைக்கும் சைமேஸ் (Zymase) என்ற நொதியின் முன்னிலையில், குளுக்கோஸ், எத்தில் ஆல்கஹாலையும், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடையும் கொடுக்கிறது. இதை ஆல்கஹாலிக் நொதித்தல் (Alcoholic fermentation) எனக் கூறுகிறோம்.

(1) $\underset{\text{குளுக்கோஸ்}}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow{\text{சைமேஸ்}} 2CO_2 + 2C_2H_5OH$

(2) $\underset{\text{ஸ்டார்ச்சு}}{2(C_6H_{10}O_5)n} + nH_2O \xrightarrow[\text{(Diastase)}]{\text{டையஸ்ட்டேஸ்}} \underset{\text{மால்ட்டோஸ்}}{nC_{12}H_{22}O_{11}}$

(3) $$\underset{\text{கரும்புச் சர்க்கரை (Cane sugar)}}{C_{12}H_{22}O_{11}} \xrightarrow[\text{(Invertase)}]{\text{இன்வர்ட்டேஸ்}} \underset{\text{குளுக் கோஸ்}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{ஃபிரக் டோஸ்}}{C_6H_{12}O_6}$$

ஹார்டன் (Harden) என்பவர் நொதித்தல் வினையின் வழி முறைகளைச் சிறந்த ஆராய்ச்சிகள் மூலம் கண்டுபிடித்தார். கனிம பாஸ்பேட்டுகள் (Inorganic phosphates) இந்த நொதித்தல் வினைகளில் பங்கு பெறுகின்றன என்பதைக் கண்டறிந்தார்.

$$2C_6H_{12}O_6 + 2H_3PO_4 \xrightarrow{\text{நொதி}} 2CO_2 + 2C_2H_5OH$$

$$+ \underset{\text{குளுக்கோஸ் டைபாஸ்பேட்டு}}{C_6H_{10}O_4(PO_4H_2)_2} + 2H_2O$$

$$C_6H_{10}O_4(PO_4H_2)_2 + 2H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 2H_3PO_4$$

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2CO_2 + 2C_2H_5OH$$

கீஸ்லிங் (Kiessling) வழிமுறை

நொதித்தல் நடைபெறும்பொழுது பல வினைகள் நடைபெறுகின்றன என்பதைக் கீஸ்லிங் என்பவர் கண்டறிந்தார். அதைக் கீழ்க் கண்டவாறு எழுதலாம்.

$$\underset{\text{ஹெக்ஸோஸ்}}{C_6H_{12}O_6} + 2H_3PO_4 + \underset{\text{ஹெக்ஸோஸ் டை பாஸ்பேட்டு}}{C_6H_{10}O_4\ (PO_4H_2)_2} \rightleftharpoons$$

$$\underset{\text{டை ஹைடிராக்ஸி அசெட் டோன் பாஸ்பேட்டு}}{[4CH_2OPO_3H_2COCH_2OH} \rightleftharpoons$$

$$\underset{\text{பாஸ்போகிளிசரால்டிஹைடு}}{[4CH_2OPO_3H_2CHOH{\cdot}CHO]} \rightleftharpoons$$

$$\underset{\text{α-பாஸ்போகிளிசரால்}}{2CH_2{\cdot}OPO_3H_2CHOHCH_2OH} +$$

$$\underset{\text{β-பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலம்}}{2CH_2OPO_3H_2CHOHCOOH} ......(1)$$

$$2CH_2OPO_3H_2CHOHCOOH \rightleftharpoons$$

$$2CH_2OH{\cdot}CHOPO_3H_2COOH \rightleftharpoons$$

2-பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலம்

$$2CH_2{=}COPO_3H_2COOH + 2H_2O \ldots\ldots (2)$$

பாஸ்போபைருவிக் அமிலம்

$$2CH_2{=}COPO_3H_2COOH + C_6H_{12}O_6 \longrightarrow$$

$$2CH_3COCOOH + C_6H_{10}O_4(PO_4H_2)_2 \ldots\ldots (3)$$

பைருவிக் அமிலம்

$$2CH_3COCOOH \longrightarrow 2CH_3CHO + 2CO_2 \ldots\ldots (4)$$

$$2CH_3CHO + C_6H_{12}O_6 + 2H_3PO_4 \rightleftharpoons$$

[முதல்நிலை எஸ்டர் + $2CH_3CHO$]
(Primary ester)

↓

$$2CH_2OPO_3H_2CHOHCOOH + 2C_2H_5OH \ldots\ldots (5)$$

3-பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலம்

2, 3, 4, 5 ஆகிய சமன்பாடுகளைக் கூட்டிக் கிடைக்கக் கூடிய இறுதியான சமன்பாடு கீழ்க் கண்டவாறு அமைகிறது.

$$2C_6H_{12}O_6 + 2H_3PO_4 \longrightarrow C_6H_{10}O_4(PO_4H_2)_2 + 2CO_2 + 2C_2H_5OH + 2H_2O$$

வினாக்கள்

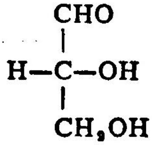
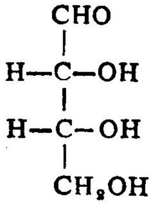
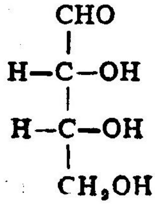
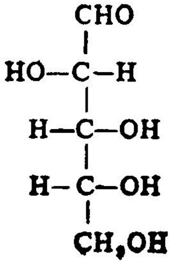
(1) கீழே தரப்பட்டுள்ள சேர்மங்களின் தயாரிப்பு முறை பற்றி எழுதுக.

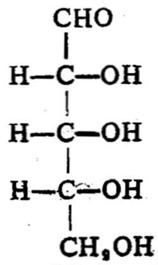
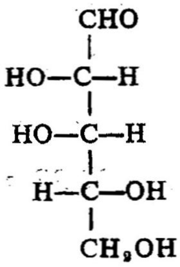
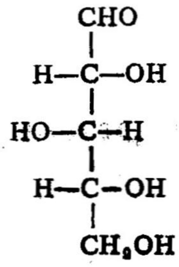
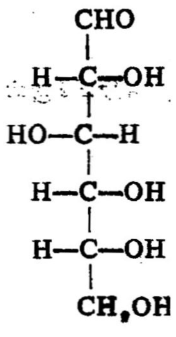
(a) O-அசெட்டைல் கிளைக்கோ ஹாலைடுகள்
(b) β-குளுக்கோஸோமைன்
(c) ஏப்பியோஸ்

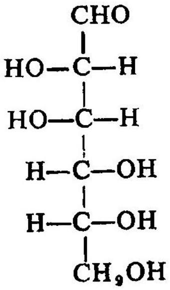
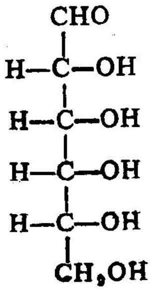
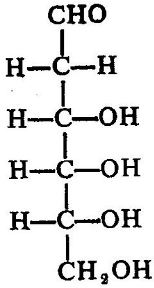
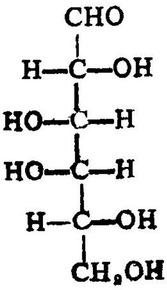
(2) நொதித்தல் பற்றி ஒரு சிறு குறிப்புத் தருக

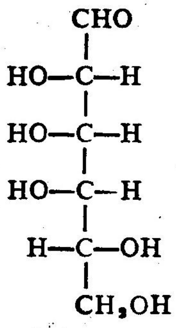
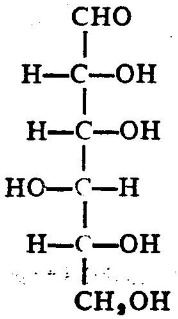
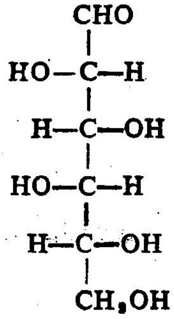
ஒற்றைச் சாக்கரைடுகள்

ஆல்டோஸ் சர்க்கரைகள் (d-வரிசை)

பெயர்	அமைப்பு
(1) கிளிசெரால்டிஹைடு (Glyceraldehyde)	
(2) எரித்திரோஸ் (Erythrose)	
(3) திரியோஸ் (Threose)	
(4) அரபினோஸ் (Arabinose)	

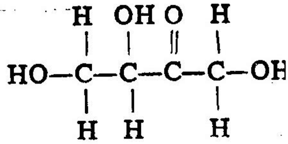
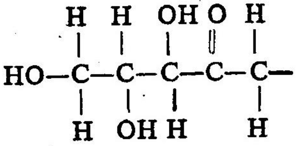
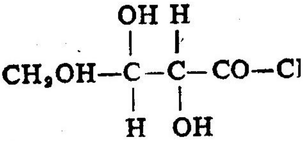
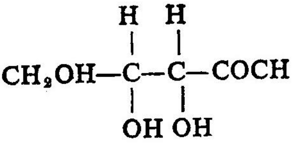
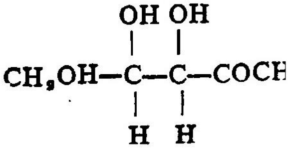
பெயர்	அமைப்பு
(5) ரிபோஸ் (Ribose)	
(6) லிக்ஸோஸ் (Lyxose)	
(7) சைலோஸ் (Xylose)	
(8) குளுக்கோஸ் (Glucose)	

பெயர்	அமைப்பு
(9) மான்னோஸ் (Mannose)	
(10) அல்லோஸ் (Allose)	
(11) அல்ட்ரோஸ்	
(12) கேலக்டோஸ் (Galactose)	

பெயர்	அமைப்பு
(13) டேலோஸ் (Talose)	
(14) குலோஸ் (Gulose)	
(15) அயடோஸ் (Idose)	

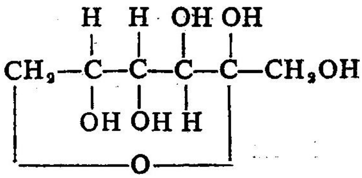
ஒற்றைச் சாக்கரைடுகள்

கீட்டோஸ் சர்க்கரைகள்

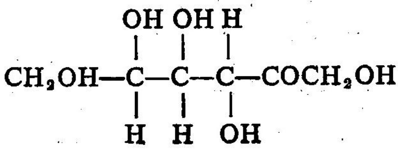
பெயர்	அமைப்பு
(1) டைஹைடிராக்ஸி அசெட்டோன் (Dihydroxyacetone)	$CH_2OHCOCH_2OH$
(2) l-எரித்துருலோஸ் (l-Erythrulose)	
(3) d-சைலுலோஸ் (d-Xylulose)	
(4) l-சைலுலோஸ் (l-Xylulose)	
(5) d-ரிபுலோஸ் (d-Ribulose)	
(6) l-ரிபுலோஸ் (l-Ribulose)	

பெயர் **அமைப்பு**

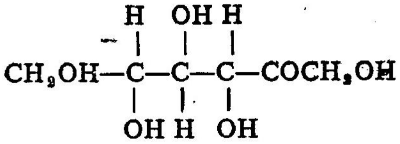
(7) β-d-ஃபிரக்டோஸ்
(β-d-Fructose)



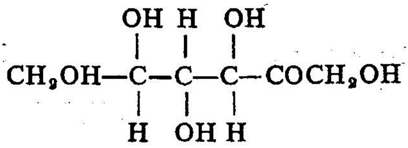
(8) l-ஃபிரக்டோஸ்
(l-Fructose)



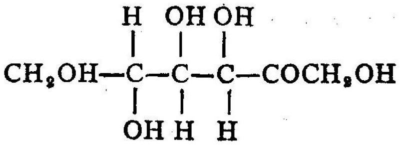
(9) d-சார்போஸ்
(d-Sorbose)



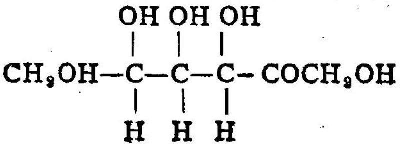
(10) l-சார்போஸ்
(l-Sorbose)

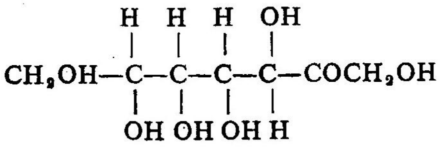
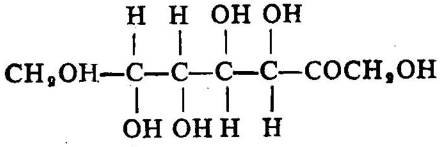
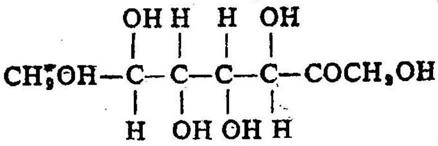
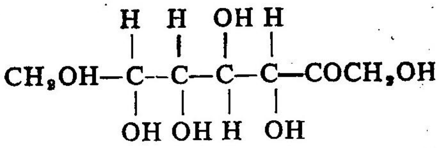
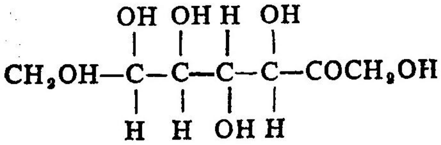


(11) d-டாகட்டோஸ்
(d-Tagatose)



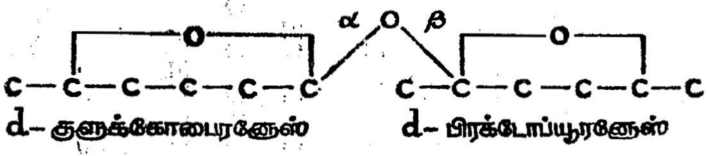
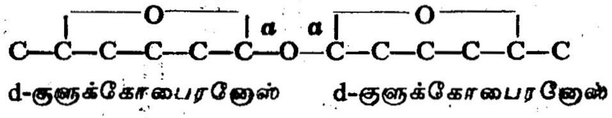
(12) l-சிகோஸ்
(l-Psicose)



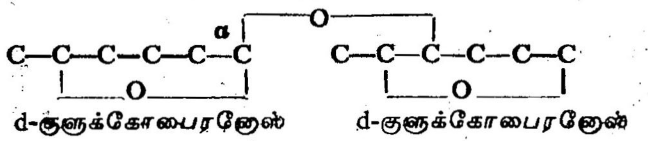
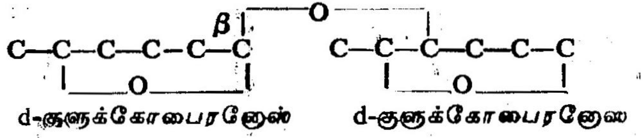
பெயர்	அமைப்பு
(13) d-அல்ட்ரோஹெப்டுலோஸ் (d-Altroheptulose)	
(14) d-மான்னேஹெப்டுலோஸ் (d-Mannoheptulose)	
(15) பெர்சியுலோஸ் (Perseulose)	
(16) d-குளுக்கோஹெப்டுலோஸ் (d-Glucoheptulose)	
(17) l-குளுக்கோஹெப்டுலோஸ் (l-Glucoheptulose)	

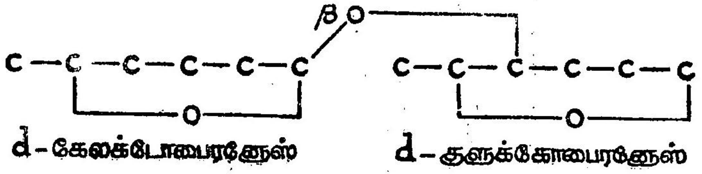
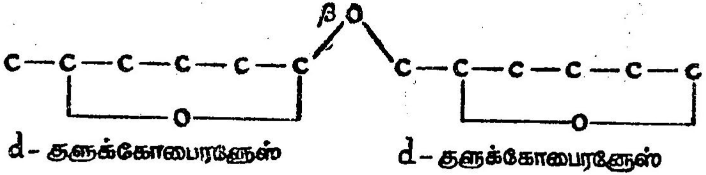
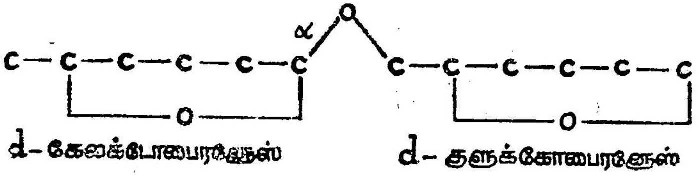
இரட்டைச் சாக்கரைடுகள்

(1) ஒடுக்கும் தொகுதிகள் மூலம் இணைக்கப்பட்ட இரட்டைச் சாக்கரைடுகள்

பெயர்	அமைப்பு
(i) சுக்ரோஸ்	
(ii) ட்ரிஹெலோஸ்	

(2) C_4-இரட்டைச் சாக்கரைடுகள்

(i) மால்ட்டோஸ்	
(ii) செல்லோபையோஸ்	

பெயர்	அமைப்பு
(iii) லேக்டோஸ்	
(3) C_6-இரட்டைச் சாக்கரைடுகள்	
(i) ஜென்டிபையோஸ்	
(ii) மெலிபையோஸ்	

மேற்கோள் நூல் பட்டியல்

REFERENCES

1. The carbohydrates—S. F. Dyke
2. Organic chemistry—Gilman—Vol. 2
3. The recent advances in the chemistry of cellulose and starch—Honeyman.
4. Basic principles of organic chemistry—Roberts & Caeser.
5. Organic chemistry—I.L. Finar—Vol. I & Vol. II

கலைச் சொற்கள்

α-Acrose	— α-அக்ரோஸ்
Aglycone	— ஆக்ளிகோன்
Allose	— அல்லோஸ்
Amadori rearrangement	— அமேதாரி அமைப்பு மாற்றம்
Amylopectin	— அமிலோபெக்டின்
Amylose	— அமிலோஸ்
Animal charcocal	— விலங்குக் கரி
α-Anomer	— α-கடை அணுமாற்றி
Asymmetric Carbon	— சமச் சீர்மையிலடங்காக் கார்பன்
Axial position	— குத்து வச இடம்
4, 6-O-Benzlidine-D-Glucopyranose	— 4, 6-O-பென்ஸிலிடின்-D-குளுக்கோபைரனோஸ்
Boat form	— படகு அமைப்பு
Caramel	— காரமெல்
Cane sugar	— கரும்புச் சர்க்கரை
Cellulose	— செல்லுலோஸ்
Centre of axis	— மத்திய அச்சு
Chair form	— குறிச்சி அமைப்பு
Configuration	— உருவ அமைப்பு
Conformational	— வடிவ வச அமைப்பு
Culose	— குலோஸ்
Diastase	— டையாஸ்ட்டேஸ்
Disaccharides	— இரட்டைச் சாக்கரைடுகள்
Emulsin	— எமல்ஸின்
End group assay	— கடைசிப் பகுதிச் சோதனை
Epimarization	— எப்பிமர் ஆக்குதல்
Epoxy sugar	— இபாக்ஸி சர்க்கரை
Equatorial position	— பக்க வச இடம்
Fructose	— ஃப்ரக்டோஸ்
Fructuronic acid	— ஃபிரக்டியூரானிக் அமிலம்
Glucofuranose	— குளுக்கோ ப்யூரனோஸ்
Grape sugar	— திராட்சைச் சர்க்கரை
Haworth	— ஹாவொர்த்
Hudson	— ஹட்சன்
Idose	— அய்டோஸ்

Inulin	— இனுலின்
Konigs-Knoor reaction	— கோனிக்ஸ்-நோர் வினை
Linear structure	— நேர் அமைப்பு
Macdonald - Fisher method	— மேக்டோனல்டு-பிஷர் முறை
Mannose	— மான்னோஸ்
Monoisopropylidine derivative	— மோனோ ஐசோபுரோப்பி லிடின் பெறுதி
Monosaccharides	— ஒற்றைச் சாக்கரைடுகள்
Mutarotation	— சுழற்சி மாற்றம்
Osotriozol	— ஓசோ ட்ரையோசோல்
Per iodic acid method	— பெர் அயோடிக் அமில முறை
Polysaccharides	— பல் சாக்கரைடுகள்
Purdies method	— பர்டீஸ் முறை
Reducing sugar	— ஒடுக்கும் சர்க்கரை
Reeves	— ரீவிஸ்
Reflux	— ஆவிமீள் கொதிக்க வைத்தல்
Rosanoff	— ரோசனோப்
Ruff method	— ரப் முறை
Sowden method	— சௌடன் முறை
Specific optical rotation	— அலகு ஒளிச் சுழற்சி
Stereochemisty	— அமைப்பு வேதியியல்
Stereoisomeric	— கனபரிமாண மாற்று
Talose	— டெலோஸ்
Trisaccharides	— முச் சாக்கரைடுகள்
Weerman method	— வீர்மான் முறை
Wohl method	— வோல் முறை

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

சென்னை.

★

பின்வரும் பொருள்களில்

பட்டப்படிப்பு நூல்கள்

விரைவில் வெளிவரும்

கணிதம்	...	...	41	நூல்கள்
இயற்பியல்	...	...	28	„
வேதியியல்	...	...	39	„
தாவரவியல்	...	...	30	„
விலங்கியல்	...	...	40	„
பொறியியல்	...	...	50	„
வரலாறு	...	...	45	„
அரசியல்	...	...	34	„
பொருளாதாரம்	...	...	83	„
வாணிகவியல்	...	...	36	„
புள்ளியியல்	...	...	16	„
உளவியல்	...	...	8	„
புவியியல்	...	...	18	„